

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-206456

(43)Date of publication of application : 26.07.2002

(51)Int.Cl.

F02D 45/00  
G05B 13/04

(21)Application number : 2001-005038

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 12.01.2001

(72)Inventor : KAERIYAMA TORU  
KATOU SENJI

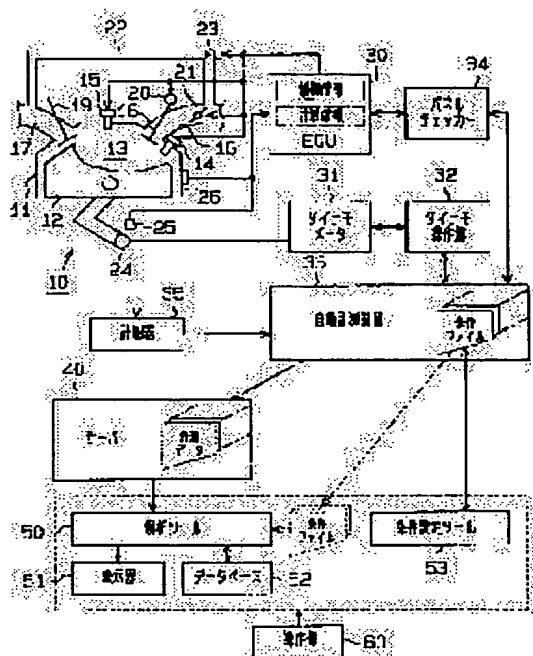
## (54) METHOD AND SYSTEM FOR ADAPTING ENGINE CONTROL PARAMETER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method and a system for adapting an engine control parameters, capable of obtaining more accurate adaptive values, while reducing the man-hours for adaptation, in relation to the increase in requests for the number of engine control parameter and various engine characteristics values.

**SOLUTION:** A load generated by an output shaft 24 of the engine 10 is absorbed by a dynamometer 31 to generate a condition that the engine 10 is mounted on a vehicle for simulation. The value of the control parameter is set variously to measure various characteristics value of the engine 10. On the basis of the result of the measurement, a model equation setting the relation between various control parameters and various characteristics values of the engine is obtained by an analysis tool 50. Adaptive value satisfying the request condition is computed on the basis of the model formula, and this model formula is stored in a database 52.

Actual evaluation of a vehicle using the computed adaptation value, is performed to re-examine the request condition, and the adaptation value is re-computed, on the basis of the request condition and the model formula.



---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is an adapting method of an engine control parameter to which a control parameter in each engine operational status is fitted so that weighted solidity of the engine may fulfill requirements, While asking for a model formula which measured weighted solidity of said engine beforehand for every operational status of the engine, and defined relation between said each control parameter and weighted solidity of these engines, While computing an adaptation value of a control parameter with which it is satisfied of said requirements about weighted solidity of said engine based on these model formulas and supervising weighted solidity when [ said ] engine control is carried out based on this computed adaptation value, An adapting method of an engine control parameter repeating calculation of an adaptation value of said control parameter based on said model formula improving the requirements until the weighted solidity to supervise fulfills desired requirements.

[Claim 2] a control parameter in each engine operational status to make it suit so that weighted solidity of the engine may fulfill requirements, While asking for a model formula which measured weighted solidity of said engine beforehand for every operational status of the engine, and defined relation between said each control parameter and weighted solidity of these engines, It is an adapting method of an engine control parameter which computes an adaptation value of a control parameter with which it is satisfied of said requirements about weighted solidity of said engine based on these model formulas, Measurement of eye \*\* for said every operational status about weighted solidity of said engine, A representative point is beforehand set about an operating condition of an engine which asks for calculation of each of following processes and the a. aforementioned adaptation value, a process of measuring weighted solidity of said engine in this set representative point, and b. — a process of asking for a model formula which defined relation between a control parameter and engine weighted solidity based on this measuring result. and c. — a process of computing an optimum value with which it is satisfied of requirements about weighted solidity of said engine of a control parameter in said representative point from this model formula for which it asked, and d. — a process of asking for an estimate formula which defines a relation of engine operational status and a corresponding adaptation value based on this computed optimum value. and e. — a process of presuming an adaptation value over engine whole drive conditions of asking

for calculation of said adaptation value from this estimate formula for which it asked. and f. — pass a process of measuring said each [ about weighted solidity of said engine ] operational status of every on a basis of a control parameter set as a these-presumed adaptation value and its neighborhood — an adapting method of an engine control parameter carrying out.

[Claim 3]An adapting method of the engine control parameter according to claim 2 with which said representative point is set according to each for every operating range where said engines differ, and said estimate formula is called for according to each for every different \*\*\*\* operating range of these.

[Claim 4]An adapting method of the engine control parameter according to claim 3 by which gradual change processing is carried out so that change of an adaptation value in a operating range where a value near the boundary of a operating range where said engines differ among adaptation values presumed by said estimate formula they-corresponds may not change suddenly.

[Claim 5]By asking for a model formula which defined a relation between engine operational status and an adaptation value of an engine control parameter. It is an adapting method of an engine control parameter which computes an adaptation value corresponding to each engine operational status, After a process of setting up preparatorily a model formula which defined a relation between engine operational status and an adaptation value of an engine control parameter, Each of following processes, a process of computing an adaptation value in at least one point other than said measure point from the a. aforementioned model formula, and b. — a process of performing measurement by the operating condition concerned about weighted solidity of said engine on a basis of a control parameter set as this computed adaptation value and its neighborhood. and c. — a process of asking for an expression of relations of control parameter concerned and engine weighted solidity based on this measuring result. and d. — a process of computing an adaptation value of a control parameter with which it is satisfied of requirements about an engine characteristic value in the operational status concerned from this expression of relations for which it asked. and e. — a process of updating said model formula based on this computed adaptation value — arbitrary \*\*\*\*\* — an adapting method of an engine control parameter asking for a model formula which defined a relation between engine operational status and an adaptation value of an engine control parameter by things.

[Claim 6]In an adapting method of the engine control parameter according to claim 5, a process searched for preparatorily a model formula which defined a relation between engine operational status and an adaptation value of an engine control parameter, A

process of setting some measure points from operational status of said engine, and measuring weighted solidity of said engine in this set measure point, And a process of asking for an expression of relations of a control parameter and engine weighted solidity based on this measuring result, And a process of computing an optimum value with which it is satisfied of requirements about weighted solidity of said engine of a control parameter in said measure point from this expression of relations for which it asked, And an adapting method of an engine control parameter consisting of each process of process \*\* of asking for a model formula which defines a relation of engine operational status and a corresponding adaptation value based on this computed optimum value.

[Claim 7]When a control parameter in each engine operational status is fitted so that weighted solidity of the engine may fulfill requirements, While measuring weighted solidity of said engine beforehand for every operational status of the engine and asking for an expression of relations of said each control parameter and weighted solidity of these engines, It is an adapting method of an engine control parameter which computes an adaptation value of a control parameter with which it is satisfied of said requirements about weighted solidity of said engine based on these expressions of relations, Measurement of eye \*\* for said every operational status about weighted solidity of said engine, and \*\*\*\* of an expression of relations of said each control parameter and weighted solidity of these engines, And calculation of an adaptation value of a control parameter which satisfies said requirements about weighted solidity of said engine based on these expressions of relations, A representative point is beforehand set about an operating condition of an engine which asks for calculation of each of following processes and the a. aforementioned adaptation value, a process of measuring weighted solidity of said engine in this set representative point, and b. — a process of asking for an expression of relations of a control parameter and engine weighted solidity based on this measuring result. and c. — a process of computing an optimum value with which it is satisfied of requirements about weighted solidity of said engine of a control parameter in said representative point from this expression of relations for which it asked. and d. — with a process of asking for a model formula which defines a relation of engine operational status and a corresponding adaptation value based on this computed optimum value. Each of next processes until the adaptation value can be found about all the operating conditions of an engine which asks for calculation of said adaptation value, e. A process of choosing at least one point other than a point previously measured about an operating condition of an engine which asks for calculation of said adaptation value, and f. — a process of

presuming an adaptation value in said selected point from said model formula for which it asked. and g. — a process of performing measurement by the operating condition concerned about weighted solidity of said engine on a basis of a control parameter set as this presumed adaptation value and its neighborhood. and h. — a process of asking for an expression of relations of control parameter concerned and engine weighted solidity based on this measuring result. and i. — a process of computing an adaptation value with which it is satisfied of requirements about weighted solidity of said engine of a control parameter in said selected point from this expression of relations for which it asked. and j. — pass a repetition of process \*\* which updates said model formula for which it asked based on this computed adaptation value — an adapting method of an engine control parameter carrying out.

[Claim 8]An adapting method of the engine control parameter according to any one of claims 5 to 7 updated according to each while said model formula is called for according to each for every operating range divided into plurality.

[Claim 9]An adapting method of the engine control parameter according to claim 8 by which gradual change processing is carried out so that change of an adaptation value in a operating range where a value near the boundary of a operating range where said engines differ they—corresponds may not change suddenly.

[Claim 10]An adapting method of the engine control parameter according to claim 9 with which a processing function for said gradual change processing is updated based on an adaptation value in the operating range concerned computed by then when said selected point hits near the boundary of a operating range where these engines differ.

[Claim 11]Divide an engine operating range into several fields to which the characteristics differ, and by setting up a this divided model formula which defined a relation between engine operational status and an adaptation value of a corresponding engine control parameter for every field. An adapting method of an engine control parameter which computes an adaptation value corresponding to each engine operational status.

[Claim 12]An adapting method of the engine control parameter according to claim 11 by which gradual change processing is carried out so that change of an adaptation value in a operating range where a value near the boundary of said divided operating range they—corresponds may not change suddenly among adaptation values computed based on said model formula.

[Claim 13]a control parameter in each engine operational status to make it suit so that weighted solidity of the engine may fulfill requirements, While asking for a model formula which measured weighted solidity of said engine beforehand for every

operational status of the engine, and defined relation between said each control parameter and weighted solidity of these engines, It is an adapting method of an engine control parameter which computes an adaptation value of a control parameter with which it is satisfied of said requirements about weighted solidity of said engine based on these model formulas, An adapting method of an engine control parameter which divides this into several fields to which the characteristics differ, and is characterized by a thing which these-divided, and for which said requirements are set up according to each for every operating range about a operating range of said engine. [Claim 14]An adapting method of the engine control parameter according to claim 13 with which gradual change processing of the value near the boundary of said divided operating range is carried out among said adaptation values so that change of an adaptation value in a operating range which they-corresponds may not change suddenly.

[Claim 15]A conformity system of an engine control parameter to which a control parameter in each engine operational status is fitted so that weighted solidity of the engine may fulfill requirements characterized by comprising the following.

A means to measure weighted solidity of said engine for every operational status of the engine.

A means to ask for a model formula which defined relation between said each control parameter and weighted solidity of these engines based on these measurement values.

A means which carries out the hold stores of the \*\*\*\*\* \*\*\*\* model formula.

A means to compute an adaptation value of each of said control parameter with which it is satisfied of the requirements based on a means to input the requirements, and said model formula by which hold stores were carried out and said inputted requirements about weighted solidity of said engine, A means to supervise that weighted solidity when controlling said engine based on an adaptation value of this computed control parameter, and to hold that monitored result, A means to carry out data processing of the relation between a they-held monitored result and its corresponding control parameter suitably, and to support propriety evaluation about said computed adaptation value, and said reexamination of requirements which should be inputted.

[Claim 16]A conformity system of an engine control parameter to which a control parameter in each engine operational status is fitted so that weighted solidity of the engine may fulfill requirements characterized by comprising the following.

A means to measure weighted solidity of said engine for every operational status of

the engine.

A means which carries out the hold stores of these measurement values.

A means to ask for a model formula which defined relation between said each control parameter and weighted solidity of these engines based on this measurement value by which hold stores were carried out.

A means to compute an adaptation value of each of said control parameter with which it is satisfied of the requirements based on a means to input the requirements, and said called-for model formula and said inputted requirements, about weighted solidity of said engine, A means to supervise that weighted solidity when controlling said engine based on an adaptation value of this computed control parameter, and to hold that monitored result, A means to carry out data processing of the relation between a they-held monitored result and its corresponding control parameter suitably, and to support propriety evaluation about said computed adaptation value, and said reexamination of requirements which should be inputted.

---



---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the adapting method and conformity system of an engine control parameter.

[0002]

[Description of the Prior Art] As everyone knows, when controlling for example, the engine for vehicles, complicated control is made in order to fill various demands, such as the exhaust emission characteristic, an ignition quality, the fuel consumption characteristic. Namely, optimal fuel oil consumption, optimal fuel injection timing, etc. according to operational status of the engine determined based on engine revolving speed and load, The adaptation value of various control parameters is set up beforehand, and the run with which it is satisfied of the restrictions to the exhaust emission which performs engine control made into these objects based on this set-up adaptation value, etc. is enabled.

[0003] On an engine bench, this adaptation value repeats trial and error, and is usually calculated. That is, an engine output shaft and dynamometer are connected by a rotation driving shaft, and the state where an engine is carried in vehicles and operated by absorbing engine load torque as test torque in a dynamometer is made in

false. And for every various operational status determined, for example based on engine revolving speed, load, etc., an engine control parameter is set as various values, and the optimal value of the parameter is acquired from the measurement value about the various weighted solidity of engines, such as NOx emission at that time, and fuel consumption, as an adaptation value.

[0004]Thus, trial and error and the huge time accompanying it are needed for acquisition of the adaptation value of an engine control parameter. Since there are many the control parameters about acquisition of the adaptation value especially applied to the automatic control of engines accompanied by stratification combustion, such as a cylinder injection type gasoline engine, such a problem is also serious.

[0005]Then, the proposal etc. which compute the model formula of the low next about engine output characteristics based on some measure points, and acquire the above-mentioned adaptation value are made so that JP,2000-248991,A may see conventionally, for example. That is, the various weighted solidity of the above-mentioned engine to the value of some engine control parameters is measured for every torque with each engine revolving speed, and the model formula of the low next expresses the relation between a control parameter and these weighted solidity based on this. And the value of a control parameter in case these weighted solidity fills various demands of exhaust emission etc. is acquired as an adaptation value using this model formula of the low next. The time which can reduce the number of the measure points concerning acquisition of an adaptation value, and acquisition of the adaptation value takes by extension by carrying out like this can also be shortened now.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By the way, by using the model formula of the low next, the measure points concerning acquisition of an adaptation value can be reduced, but the reliability of the model formula of the low next is influenced greatly at the measure point of a control parameter. For this reason, in order to compute an adaptation value with high reliability, it is necessary to carry out a certain trial and error for acquiring a value suitable as a measure point of a parameter, and there is a possibility of increasing a measure point as a result.

[0007]When there are many parameters as the above-mentioned adaptation value, or when various demands to an engine characteristic value must be covered, difficulty may follow on creating the model formula of the low next [ above ] itself.

[0008]This invention is made in view of such the actual condition, and the purpose, It is in providing the adapting method and conformity system of the engine control



parameter which can acquire a higher-precision adaptation value, reducing the man day concerning conformity also to increase of the demand to the number and the various engine characteristic values of an engine control parameter.

[0009]

[Means for Solving the Problem] Hereafter, a means for attaining the above-mentioned purpose and its operation effect are indicated. The invention according to claim 1 is an adapting method of an engine control parameter to which a control parameter in each engine operational status is fitted so that weighted solidity of the engine may fulfill requirements, While asking for a model formula which measured weighted solidity of said engine beforehand for every operational status of the engine, and defined relation between said each control parameter and weighted solidity of these engines, While computing an adaptation value of a control parameter with which it is satisfied of said requirements about weighted solidity of said engine based on these model formulas and supervising weighted solidity when [ said ] engine control is carried out based on this computed adaptation value, Let it be the gist to repeat calculation of an adaptation value of said control parameter based on said model formula, improving the requirements until the weighted solidity to supervise fulfills desired requirements.

[0010] In a described method, a model formula which measured engine weighted solidity beforehand for every operational status of the engine, and defined relation between said each control parameter and weighted solidity of these engines, for example by a test bench etc. is called for. An adaptation value of a control parameter with which it is satisfied of said requirements about weighted solidity of said engine based on these model formulas is computed.

[0011] In this way, as for an adaptation value of a computed control parameter, the validity is again examined by real vehicle run etc., for example. Therefore, even if various demands to an engine characteristic value were imposed, it becomes computable [ an adaptation value by which these requirements are fulfilled ] through evaluation of actual weighted solidity in case an engine is operated based on a once computed adaptation value. Since that and they are altogether performed based on a model formula by a case where calculation of an adaptation value is repeated, measurement of eye \*\* about weighted solidity for every engine operational status is not repeated. On the occasion of calculation of an adaptation value for the second time, the above-mentioned model formula may be memorized and a measurement value of eye \*\* about the above-mentioned weighted solidity may be memorized. If there are these measurement values, it can ask for a model formula easily.

[0012] the invention according to claim 2 a control parameter in each engine

operational status to make it suit so that weighted solidity of the engine may fulfill requirements, While asking for a model formula which measured weighted solidity of said engine beforehand for every operational status of the engine, and defined relation between said each control parameter and weighted solidity of these engines, It is an adapting method of an engine control parameter which computes an adaptation value of a control parameter with which it is satisfied of said requirements about weighted solidity of said engine based on these model formulas, Measurement of eye \*\* for said every operational status about weighted solidity of said engine, A representative point is beforehand set about an operating condition of an engine which asks for calculation of each of following processes and the a. aforementioned adaptation value, a process of measuring weighted solidity of said engine in this set representative point, and b. — a process of asking for a model formula which defined relation between a control parameter and engine weighted solidity based on this measuring result. and c. — a process of computing an optimum value with which it is satisfied of requirements about weighted solidity of said engine of a control parameter in said representative point from this model formula for which it asked, and d. — a process of asking for an estimate formula which defines a relation of engine operational status and a corresponding adaptation value based on this computed optimum value. and e. — a process of presuming an adaptation value over engine whole drive conditions of asking for calculation of said adaptation value from this estimate formula for which it asked. and f. — pass a process of measuring said each [ about weighted solidity of said engine ] operational status of every on a basis of a control parameter set as a these-presumed adaptation value and its neighborhood — let it be the gist to be carried out.

[0013]In a described method, in a process of above-mentioned (a) – (d), an estimate formula which defines relation between an engine operation condition and its corresponding adaptation value is computed, and an adaptation value over engine whole drive conditions of asking for calculation of an adaptation value based on the estimate formula is presumed. And engine weighted solidity is measured for every operational status on a basis of a control parameter set as this presumed adaptation value and its neighborhood.

[0014]Thus, since according to the described method engine weighted solidity is measured after narrowing down a value of a control parameter near the field where an adaptation value exists beforehand, that and an adaptation value can be computed with sufficient accuracy by a case where the number of measure points is reduced.

[0015]In the invention according to claim 2, said representative point is set according

to each for every operating range where said engines differ, and the invention according to claim 3 makes it the gist to call for said estimate formula according to each for every different \*\*\*\* operating range of these.

[0016]In a described method, an estimate formula is computed for each [ which was divided into plurality ] operating range of every. For this reason, that and the estimate formula can be made now into what has good accuracy by a case where the various engine characteristics change notably with engine operating range. every field from which the characteristic differs notably — each — a case where the above-mentioned estimate formula is made into a model formula of the low next by computing another estimate formula — be — relation between each engine operational status and an adaptation value of a control parameter can be exactly expressed now.

[0017]A value near the boundary of a operating range where the invention according to claim 4 differs in said engine in the invention according to claim 3 among adaptation values presumed by said estimate formula makes it the gist to carry out gradual change processing so that change of an adaptation value in a operating range which they-corresponds may not change suddenly.

[0018]In a described method, it can control now suitably that change of an adaptation value changes suddenly by performing gradual change processing [ near the boundary of a operating range where engines differ ].

[0019]The invention according to claim 5 is asking for a model formula which defined a relation between engine operational status and an adaptation value of an engine control parameter, It is an adapting method of an engine control parameter which computes an adaptation value corresponding to each engine operational status, After a process of setting up preparatorily a model formula which defined a relation between engine operational status and an adaptation value of an engine control parameter, Each of following processes, a process of computing an adaptation value in at least one point other than said measure point from the a. aforementioned model formula, and b. — a process of performing measurement by the operating condition concerned about weighted solidity of said engine on a basis of a control parameter set as this computed adaptation value and its neighborhood. and c. — a process of asking for an expression of relations of control parameter concerned and engine weighted solidity based on this measuring result. and d. — a process of computing an adaptation value of a control parameter with which it is satisfied of requirements about an engine characteristic value in the operational status concerned from this expression of relations for which it asked. and e. — a process of updating said model formula based

on this computed adaptation value — arbitrary \*\*\*\*\* — let it be that gist to ask for a model formula which defined a relation between engine operational status and an adaptation value of an engine control parameter by things.

[0020]In a described method, an adaptation value in at least one point is computed using a model formula which defined a relation between engine operational status and an adaptation value of an engine control parameter. And an adaptation value computed by process of the above (c) and (d) although the number of measure points is reduced in this new measurement by setting a control parameter as a computed adaptation value and its neighborhood, and measuring engine weighted solidity becomes what has good accuracy. Accuracy of this model formula itself can also be raised now by a model formula being updated based on this computed adaptation value.

[0021]Therefore, according to the described method, accuracy of a model formula considered as a request can inhibit now suitably being greatly influenced by a measuring result in accuracy of a model formula set up first preparatorily, and a point measured first.

[0022]A process of asking for a model formula which defined a relation between engine operational status and an adaptation value of an engine control parameter in this invention according to claim 5 preparatorily, Some measure points are set from operational status of said engine so that according to the invention according to claim 6, A process of measuring weighted solidity of said engine in this set measure point, and a process of asking for an expression of relations of a control parameter and engine weighted solidity based on this measuring result, And it may be considered as a process of computing an optimum value with which it is satisfied of requirements about weighted solidity of said engine of a control parameter in said measure point from this expression of relations for which it asked, and a process of asking for a model formula which defines a relation of engine operational status and a corresponding adaptation value based on this computed optimum value.

[0023]In computing a control parameter eventually using a model formula in this invention according to claim 6, for example, applying to an engine control map etc., When a control parameter in each engine operational status so that according to the invention according to claim 7 is fitted so that weighted solidity of the engine may fulfill requirements, While measuring weighted solidity of said engine beforehand for every operational status of the engine and asking for an expression of relations of said each control parameter and weighted solidity of these engines, It is an adapting method of an engine control parameter which computes an adaptation value of a control parameter with which it is satisfied of said requirements about weighted

solidity of said engine based on these expressions of relations, Measurement of eye \*\* for said every operational status about weighted solidity of said engine, and \*\*\*\* of an expression of relations of said each control parameter and weighted solidity of these engines, And calculation of an adaptation value of a control parameter which satisfies said requirements about weighted solidity of said engine based on these expressions of relations, A process of setting a representative point beforehand about an operating condition of an engine which asks for calculation of each of following processes and the a. aforementioned adaptation value, and measuring weighted solidity of said engine in this set representative point, and b. — a process of asking for an expression of relations of a control parameter and engine weighted solidity based on this measuring result. and c. — a process of computing an optimum value with which it is satisfied of requirements about weighted solidity of said engine of a control parameter in said representative point from this expression of relations for which it asked. and d. — with a process of asking for a model formula which defines a relation of engine operational status and a corresponding adaptation value based on this computed optimum value. Each of next processes until the adaptation value can be found about all the operating conditions of an engine which asks for calculation of said adaptation value, e. A process of choosing at least one point other than a point previously measured about an operating condition of an engine which asks for calculation of said adaptation value, and f. — a process of presuming an adaptation value in said selected point from said model formula for which it asked. and g. — a process of performing measurement by the operating condition concerned about weighted solidity of said engine on a basis of a control parameter set as this presumed adaptation value and its neighborhood. and h. — a process of asking for an expression of relations of control parameter concerned and engine weighted solidity based on this measuring result, and i. — a process of computing an adaptation value with which it is satisfied of requirements about weighted solidity of said engine of a control parameter in said selected point from this expression of relations for which it asked. and j. — pass a repetition of process \*\* which updates said model formula for which it asked based on this computed adaptation value — it may be made to be carried out.

[0024]In the invention according to any one of claims 5 to 7, the invention according to claim 8 makes it the gist to be updated according to each while said model formula is called for according to each for every operating range divided into plurality.

[0025]In a described method, an estimate formula is set as according to for each [ which was divided into plurality ] operating range of every, respectively. For this reason, that and an estimate formula can be made now into what has good accuracy

by a case where the various engine characteristics change notably with engine operating range. every field from which the characteristic differs notably — each — a case where the above-mentioned estimate formula is made into a model formula of the low next by computing another estimate formula — be — relation between each engine operational status and an adaptation value of said control parameter can be exactly expressed now.

[0026]A value near the boundary of a operating range where the invention according to claim 9 differs in said engine in the invention according to claim 8 makes it the gist to carry out gradual change processing so that change of an adaptation value in a operating range which they-corresponds may not change suddenly.

[0027]In a described method, it can control now suitably that an adaptation value changes suddenly by performing gradual change processing [ near the boundary of a operating range where engines differ ]. In the invention according to claim 9, the invention according to claim 10 makes it that gist to update a processing function for said gradual change processing based on an adaptation value in the operating range concerned computed by then, when said selected point hits near the boundary of a operating range where these engines differ.

[0028]In a described method, when a selected point hits near the boundary of a operating range where these engines differ, a gradual change function is updated based on an adaptation value in the operating range concerned computed by then. For this reason, this gradual change function can be made now into what has good accuracy in that and a conformity process by a case where information which sets up a precise gradual change function beforehand in the target engine cannot be acquired.

[0029]The invention according to claim 11 divides an engine operating range into several fields to which the characteristics differ, Let it be the gist to compute an adaptation value corresponding to each engine operational status by setting up a model formula which defined a relation between engine operational status and an adaptation value of a corresponding engine control parameter for every divided this field.

[0030]In a described method, a model formula which was divided into plurality and which provides relation between each engine operational status and an adaptation value of said control parameter in according to for every operating range, respectively is set up. For this reason, that and a model formula which defines relation between each engine operational status and an adaptation value of said control parameter can be made now into what has good accuracy by a case where the engine characteristic changes notably with engine operating range. every field from which the characteristic

differs notably — each — a case where the above-mentioned model formula is made into a formula of the low next by computing another estimate formula — be — relation between each engine operational status and an adaptation value of said control parameter can be exactly expressed now.

[0031]A value near the boundary of said divided operating range makes it the gist to carry out gradual change processing so that change of an adaptation value in a operating range which they-corresponds may not change suddenly among adaptation values by which the invention according to claim 12 is computed in the invention according to claim 11 based on said model formula.

[0032]In a described method, it can control now suitably that an adaptation value changes suddenly by performing gradual change processing [ near the boundary of a operating range where engines differ ]. the invention according to claim 13 a control parameter in each engine operational status to make it suit so that weighted solidity of the engine may fulfill requirements, While asking for a model formula which measured weighted solidity of said engine beforehand for every operational status of the engine, and defined relation between said each control parameter and weighted solidity of these engines, It is an adapting method of an engine control parameter which computes an adaptation value of a control parameter with which it is satisfied of said requirements about weighted solidity of said engine based on these model formulas, About a operating range of said engine, this is divided into several fields to which the characteristics differ, and let a thing which these-divided and for which said requirements are set up according to each for every operating range be the gist.

[0033]According to the described method, about an engine operating range, this can be divided into several fields to which the characteristics differ, and an adaptation value can be promptly computed by a thing which these-divided and for which said requirements are set up according to each for every operating range. That is, if the same requirements are set up between fields where the characteristics differ, in order for the solution to an adaptation value not to exist and to overcome this situation in this case, new trial and error etc. are needed. For example, setting up requirements for every operational status also needs many trial and error for the setting out. On the other hand, according to the described method, an adaptation value which fulfills the requirements by a thing which divided, and for which said requirements are set up according to each for every operating range can be exactly computed now.

[0034]The invention according to claim 14 makes it the gist to carry out gradual change processing so that change of an adaptation value in a operating range where a value near the boundary of said divided operating range they-corresponds may not

change suddenly among said adaptation values in the invention according to claim 13.

[0035]According to the described method, it can control now suitably that an adaptation value changes suddenly by performing gradual change processing [ near the boundary of a operating range where engines differ ]. The invention according to claim 15 is a conformity system of an engine control parameter to which a control parameter in each engine operational status is fitted so that weighted solidity of the engine may fulfill requirements, A means to measure weighted solidity of said engine for every operational status of the engine, A means to ask for a model formula which defined relation between said each control parameter and weighted solidity of these engines based on these measurement values, A means which carries out the hold stores of the \*\*\*\*\* \*\*\*\* model formula, and a means to input the requirements about weighted solidity of said engine, A means to compute an adaptation value of each of said control parameter with which it is satisfied of the requirements based on said model formula by which hold stores were carried out, and said inputted requirements, A means to supervise that weighted solidity when controlling said engine based on an adaptation value of this computed control parameter, and to hold that monitored result, Let it be the gist to have a means to carry out data processing of the relation between a they-held monitored result and its corresponding control parameter suitably, and to support propriety evaluation about said computed adaptation value, and said reexamination of requirements which should be inputted.

[0036]By using a means to supervise the weighted solidity when controlling said engine by the above-mentioned composition based on an adaptation value of a computed control parameter, and to hold the monitored result. For example, weighted solidity of operational status and an engine at the time of an engine by a real vehicle driving test etc. and a value of a control parameter are acquirable. Based on various elements, requirements can be again looked over easily by a means to carry out data processing of the relation between a they-held monitored result and its corresponding control parameter suitably, and to support propriety evaluation about said computed adaptation value, and said reexamination of requirements which should be inputted.

[0037]In this way, when requirements are improved, an adaptation value of each of said control parameter with which it is satisfied of the requirements based on the above-mentioned model formula only by inputting new requirements is computed. Therefore, in order to acquire an adaptation value by which the requirements are fulfilled when looking over requirements again, it is not necessary to perform new measurement, and a conformity man day can be reduced.

[0038]Therefore, according to the above-mentioned composition, although the



conformity man day is reduced, an adaptation value by which various requirements are fulfilled can be acquired. It is good also as composition which carries out the hold stores of the measurement value used in order to compute the model formula so that according to the invention according to claim 16 instead of having composition which carries out the hold stores of the model formula so that according to this invention according to claim 15.

[0039]

[Embodiment of the Invention](A 1st embodiment) It explains, referring to drawings for a 1st embodiment that applied the adapting method and conformity system of the engine control parameter concerning this invention to calculation of the adaptation value hereafter to the control map at the time of the stratification combustion in a cylinder injection type gasoline engine. This control map defines engine operational status by revolving speed and load, and for example, these revolving speed ( $n_e$ ) differs mutually either [ at least ] from load ( $kl$ ), it sets up the adaptation value of a control parameter to the operating condition of 120 points, respectively.

[0040]Drawing 1 is a block diagram showing the entire configuration of the conformity system of the engine control parameter concerning this embodiment. As shown in the drawing 1, the cylinder injection type gasoline engine 10 used as the object controlled by a control parameter equips with the injector 14 the combustion chamber 13 in which section forming is carried out by the cylinder 11 and the piston 12 above the combustion chamber 13 that direct injection of fuel should be made possible. The engine 10 is provided with the spark plug 15 for lighting the gaseous mixture in the combustion chamber 13.

[0041]Air is inhaled from the suction passage 16 in the above-mentioned combustion chamber 13, and while this becomes gaseous mixture with the above-mentioned fuel injected, the combustion gas by the above-mentioned ignition of this gaseous mixture has structure discharged to the flueway 17 from the combustion chamber 13 as exhaust air. Each timing of discharge of inhalation of the air from this suction passage 16 and the exhaust air to the flueway 17 is set up by the valve-opening timing of the suction valve 18 and the exhaust valve 19, respectively. And in the case of the engine 10 illustrated here, variable setting out of the valve-opening timing (overlapping amount with the valve opening period of the exhaust valve 19) of this suction valve 18 is carried out by the variable valve timing mechanism (henceforth [ VVT ]) 20.

[0042]On the other hand, metering of the air content incorporated into the combustion chamber 13 of the engine 10 is carried out by the electronically controlled throttle 21 provided in the middle of the suction passage 16. A part of exhaust air

discharged to the flueway 17 is returned to the suction passage 16 via EGR passage 22. And metering of this displacement returned is carried out by the amount of valve opening of EGR valve 23.

[0043]Control of such an engine 10 is performed by the electronic control (henceforth ECU) 30. The information from the various sensor which measures the operational status of rotational speed sensor 25 grade and an engine provided in about 24 output shaft of the water temperature sensor 26 or the engine 10 is inputted into this ECU30 as measuring information.

[0044]The conformity system of this embodiment which, on the other hand, computes each adaptation value of the control map which sets the various control parameters of the above-mentioned engine 10 as a suitable value, It has the automatic-meter-reading device 33 which sends instructions to the dynamo distribution power board 32 that the dynamometer 31 connected with the output shaft 24 of the engine 10, and the dynamo distribution power board 32 and the dynamometer 31 which operate the dynamometer 31 should be controlled on predetermined conditions.

[0045]Here, the dynamometer 31 is absorbing the torque which the output shaft 24 of the engine 10 generates, and is for making it the loaded condition which carries the engine 10 in vehicles in false, and doing various examinations. And the torque which the dynamometer 31 absorbs is controlled by the dynamo distribution power board 32 being operated according to the instructions from the automatic-meter-reading device 33.

[0046]The conformity system is provided with the panel checker 34 who mediates an exchange of the data between ECU30 and the automatic-meter-reading device 33. And in the automatic-meter-reading device 33, the above-mentioned measuring information of the engine 10 held in ECU30 is acquired via this panel checker 34. On the other hand, in the automatic-meter-reading device 33, the data etc. which are equivalent to the amount of treading in of an accelerator pedal based on the state of the engine 10 monitored by this measuring information are supplied to ECU30 via the panel checker 34.

[0047]That is, when the engine 10 is actually carried in vehicles, based on the measuring information inputted into ECU30, the operational status is controlled from the above-mentioned various sensor etc. On the other hand, when making the state where it was carried in vehicles in false using the dynamometer 31, the data of the amount of treading in of the accelerator pedal reflecting the driver's volition, etc. is not supplied to ECU30. So, the engine 10 is controlled by the

automatic-meter-reading device 33 to desired operational status by supplying the data equivalent to the amount of treading in of such an accelerator pedal, etc. to ECU30 via the above-mentioned panel checker 34.

[0048]On the other hand, in ECU30, it has control maps which can control the engine 10 concerned roughly, such as a control map of the engine of a model similar to the engine 10, as control information on the engine 10. Therefore, at the time of the driving test of the engine 10 by this conformity system, control of the engine 10 by ECU30 is performed through this control map based on the data inputted from the measuring information and the automatic-meter-reading device 33 from the above-mentioned various sensor which detects the state of the engine 10.

[0049]The instructions which control the engine 10 and the dynamometer 31 by such an automatic-meter-reading device 33 are greatly set up based on the condition file in the automatic-meter-reading device 33. Fundamentally, that control parameter is written at this condition file in each operational status (revolving speed and torque) of every [ which asks for measurement / of the engine 10 ]. And fixed control of the engine 10 is carried out for every operational status of this, and the output of the engine 10 at that time is measured by the measuring instrument 35. The monograph affair set up in this condition file is set up by the conditioning tool 53.

[0050]In order to control the operational status of the engine 10 to each operational status set as this condition file, in the automatic-meter-reading device 33, the data etc. which are equivalent to the amount of treading in of an accelerator pedal via the panel checker 34 ECU30 are supplied. And control of the engine 10 of the operational status set up through this condition file will set a manual flag in a memory or a register in ECU30, etc. via the panel checker 34 in the automatic-meter-reading device 33.

This manual flag is a flag which forbids control of the engine 10 by the above-mentioned control map. If the engine 10 will be in the operational status set up through the above-mentioned condition file, while setting this flag, with the automatic-meter-reading device 33, fixed control of the control parameter of the engine 10 will be carried out at the value set up in the condition file.

[0051]In this way, under the engine operating conditions set as the above-mentioned condition file, where fixed control of the control parameter is carried out with a predetermined control value, various weighted solidity of the engine 10, such as the amount of burn-out fuels, NOx concentration under exhaust air, and the amount of change of output torque, is measured by the measuring instrument 35.

[0052]The fuel consumption meter in which this measuring instrument 35 measures in detail the fuel quantity supplied to the engine 10, It has the torque variation meter

which carries out computation of the value of the torque meter installed between the analyzer and the engine 10 which analyze the NO<sub>x</sub> concentration in the gas constituents discharged from the flueway 17 of the engine 10, and the dynamometer 31, and the torque meter. And about the amount of burn-out fuels, computation of the measurement value by a fuel consumption meter is carried out within the automatic-meter-reading device 33. The concentration computed with the analyzer is used as a measurement value, and computation of the NO<sub>x</sub> concentration is carried out by the automatic-meter-reading device 33. The amount of change of output torque is measured as a value of a torque variation meter, and computation is carried out with the automatic-meter-reading device 33. The data by which computation was carried out within these automatic-meters-reading device 33 turns into measurement data.

[0053] This conformity system is provided with the server 40 that this measurement data should be held for every above-mentioned monograph affair file. The conformity system is provided with the analysis tools 50 which analyze the measurement data held at this server 40 with the information on a monograph affair file, the display for indication 51 which displays the analysis result by these analysis tools 50, and the database 52 which carries out the hold stores of a part of the analysis result. The above-mentioned conformity system is provided with the final controlling element 60 that these analysis tools 50 and conditioning tool 53 grade should be operated.

[0054] Here, the calculation mode of the adaptation value of the engine control parameter according to the setting-out mode and the above-mentioned analysis tools 50 about the operational status of the engine 10 set as the above-mentioned condition file is explained.

[0055] As mentioned above, in this embodiment, the adaptation value of the engine control parameter in these each point is computed in the stratification combustion region of the engine 10 to the operating condition of 120 points which becomes settled by revolving speed and load.

[0056] And fundamentally, calculation of this adaptation value of 120 points measures the various weighted solidity which set up some values of the control parameter and the engine 10 mentioned above for – each operational status of every.

- Ask for the model formula of the low next which defined the relation between each control parameter and the various weighted solidity of the engine 10 for every operational status based on the measuring result carried out like this.
- Compute the adaptation value of the control parameter in each operational status from this model formula for which it asked based on the requirements beforehand set

up to the various weighted solidity of the above-mentioned engine 10 for every operational status.

It is carried out in the said procedure.

[0057] Here the above-mentioned model formula in this embodiment, The various above-mentioned weighted solidity of the engine 10 which measures The amount BSFC of burn-out fuels, nitrogen-oxide-emissions NO<sub>x</sub>, It is referred to as torque fluctuation amount TF, and the opening x of the electronically controlled throttle 21, the opening (EGR amount) w of the ignition timing y, the fuel injection timing z, and EGR valve 23, and valve opening time (valve overlap quantity or VVT tooth-lead-angle value) of the suction valve 18 are set to v, and a lower type defines the above-mentioned control parameter.

– The amount of burn-out fuels

$$\text{BSFC} = a_{10} + a_{11}xx + a_{12}xy + a_{13}xz + a_{14}xw + a_{15}xv + a_{16}xyxy + a_{17}xwxy + a_{18}xvxy + a_{19}xwxv + \dots \text{--- (a1)}$$

– Nitrogen oxide emissions

$$\text{NO}_x = a_{20} + a_{21}xx + a_{22}xy + a_{23}xz + a_{24}xw + a_{25}xv + a_{26}xyxy + a_{27}xwxw + a_{28}xvxy + a_{29}xvxx + \dots \text{--- (a2)}$$

– Torque fluctuation amount

$$\text{TF} = a_{30} + a_{31}xx + a_{32}xy + a_{33}xz + a_{34}xw + a_{35}xv + a_{36}xyxy + a_{37}xzxz + a_{38}xvxy + a_{39}xvxx + \dots \text{--- (a3)}$$

Each secondary model formula expressed with above-mentioned (a1) – (a3) is a polynomial obtained by removing the paragraph considered that there is little influence by general knowledge about each of each control parameter from the paragraph up to the 2nd order, and the paragraph which shows two interactions with the arbitrary control parameter.

[0058] And in order to ask for these (a1) – (a3) a model formula for every above-mentioned operational status, the weighted solidity which sets up some values of a control parameter for each of the operational status of every, and is made into the above-mentioned object of the engine 10 is measured. When computing the constant (a<sub>10</sub>, a<sub>20</sub>, a<sub>30</sub>) of the above-mentioned model formula, and the coefficient (a<sub>11</sub>, a<sub>12</sub>, —a<sub>21</sub>, a<sub>22</sub>, —a<sub>31</sub>, a<sub>32</sub>, —) of the above-mentioned model formula by this measurement being related, in order to obtain the accuracy highest in the minimum measure point, each measure point is set up with an experimental design.

[0059] Specifically, each control parameter is set as three points of the value of Centrepoint and its upper and lower sides for every operational status. And measurement of 29 points is performed using a rectangular table which sets the value

of "0" and its upper and lower sides to "+1" and "-1", and illustrates Centrepont to drawing 2. Setting out for optimizing the information acquired from the measurement is made this rectangular table reducing the number of measure points to each model formula including a interaction paragraph in the mode shown in above-mentioned (a1) – (a3). In drawing 2, although middle (the 12th point) and the last (the 29th point) measure Centrepont 3 times at the beginning (the 1st point) of measurement, this is consideration for removing the influence of the examination variation at the time of the Centrepont measurement.

[0060]It shakes for every control parameter and width is beforehand set up corresponding to "+1" and "-1" in the above-mentioned rectangular table. Therefore, if Centrepont of the ignition timing  $\gamma$  is made into the point that the tooth lead angle of "the 30 degrees" was carried out from the top dead center of the above-mentioned piston 12, for example and way width is made into "4 times", The value of the control parameter used for measurement will be "30 degrees", "34 degrees", and "26 degrees" corresponding to "0", "+1", and "-1" of the above-mentioned rectangular table, respectively.

[0061]By the way, if setting up a measure point near the suiting point puts in another way in order to raise the reliability on the occasion of the above (a1) – (a3) calculation of a formula, it is desirable to set Centrepont as the value near an adaptation value beforehand. This is explained by the curve typically shown in drawing 3.

[0062]That is, when the true characteristic has the strong complicated characteristic of nonlinearity like the curve shown in drawing 3 as a solid line, the field which can approximate the curve shown as this solid line with sufficient accuracy with the model formula of the low next is restricted naturally.

[0063]Here, the case where an extremum is computed from the secondary model formula that makes an optimum value the extremum T of the curve shown as a solid line, and is algebraically obtained using the measurement value of three points is taken for an example, and the application limit of the model formula of the low next is explained further.

[0064]If three points of the field near the adaptation value expressed with a triangular plot are measured as shown in the drawing 3, the curve shown with a dashed line will be obtained. And the extremum of the curve shown with this dashed line is mostly in agreement with the extremum T of the curve shown as a solid line. On the other hand, if three points of a wide area are measured rather than the above-mentioned field near the adaptation value expressed with the plot of a white round head, the secondary model formula shown in the drawing 3 with a dashed dotted line will be

obtained. And extremum T' computed from the curve of this dashed dotted line will be the thing [ optimum value / (extremum T) / above-mentioned ] greatly shifted.

[0065] Thus, in order to acquire an accurate adaptation value using the model formula of the low next, it is desirable to measure in the field near the adaptation value beforehand. And when a measure point cannot be beforehand narrowed down near the adaptation value, it will be necessary to measure by increasing a measure point and to perform the above-mentioned narrowing down based on this measuring result.

[0066] Then, he takes out some representative points from each operating condition which consists of 120 points which ask for calculation of an adaptation value, and is trying to presume the adaptation value of these 120 points at this embodiment by asking for the estimate formula which defined the relation between a control parameter and an adaptation value based on the measuring result of this representative point. And a control parameter is set to this point estimate and the value of that neighborhood, and it measures in the 120 point each point. It enables it to raise the reliability at this embodiment by asking for the above (a1) in above-mentioned each point, and a model formula – (a3) using the measurement value obtained in this way. What is necessary is just to set up Centrepont about this representative point by predicting based on the adaptation value of a similar engine, or narrowing down beforehand using many measure points.

[0067] In this embodiment, the estimate formula which defined the relation between a control parameter and an adaptation value is set up according to each every three operating range shown in drawing 4. This is because there is concern it becomes impossible to presume an adaptation value with sufficient accuracy, when the field which performs stratification combustion has character which is different in each field actually shown in the drawing 4, respectively, summarizes these three fields and creates the above-mentioned estimate formula.

[0068] For example, inside [ it is a stratification combustion region ] tends to produce a flame failure in the field (field near the idol) of low loading low rotation speed. For this reason, in the field, when desired value, such as NOx, is severely set up in the portion which a flame failure does not generate easily, the solution with which they are filled may be lost. Therefore, in the field, the device of securing the portion which eases the requirements and a flame failure does not produce easily may be needed. The field near the idol and revolving speed are almost equal, and it is desirable to make into an adaptation value the control parameter from which a torque variation poses a problem easily and a torque variation becomes the minimum in the racing start field where load is big and which is a field. On the other hand, in the common field which are

fields other than the above-mentioned field near the idol, and a racing start field among stratification combustion regions, the set of a solution which fulfills fuel consumption and the desired value of NO<sub>x</sub> and a torque variation fully exists in many cases. Therefore, in this field, it can be set as requirements with which the conditions etc. of NO<sub>x</sub> eased in the field near the idol are compensated.

[0069]According to this embodiment, different requirements for every operating range of the above-mentioned common field, the field near the idol, and a racing start field are set up from such the actual condition. The following formulas define the estimate formula for every above-mentioned field which fulfills these each different \*\*\*\* requirements at this embodiment.

[0070]Field >x=b11near < idol

$xne+b12xkl+b13xnexkl+b14z=b21xne+b22xkl+b23xnexkl+b24xklxkl+b25v=b31xne+b32xkl+b33xnexkl+b34xklxkl+b35w=b41x. ne+b42xkl+b43xnexkl+b44xklxkl+b45$

$y=b51xne+b52xkl+b53xnexkl+b54xklxkl+b55$  <racing start field>

$x=c11xne+c12xkl+c13xnexkl+c14 z=c21xne+c22.$

$xkl+c23xnexkl+c24xnexne+c25xklxkl+c26v=c31xne+c32xkl+c33xnexkl+c34xklxkl+c35w=c41xne+c42xkl+c43xnexkl+c44xklxkl+c45y=c51xne+.$

$c52xkl+c53xnexkl+c54xklxkl+c55$  < common field

$>x=d11xne+d12xkl+d13xnexkl+d14xnexne+d15xklxkl+d16z=d21xne+d22xkl+d23xnexkl+d24xnexne+d25. xklx.$

$kl+b25v=d31xne+d32xkl+d33xnexkl+d34xnexne+d35xklxkl+b35w=d41xne+d42xkl+d43xnexkl+d44xnexne+d45xklxkl+b45y=d51xne+d52xkl+d53x.$

$nexkl+d54xnexne+d55xklxkl+b55$  and the above-mentioned representative point are set as 13 points illustrated to drawing 4. Thereby, the adaptation value of five points each included to these fields can be used when computing each estimate formula in the three above-mentioned fields. Incidentally, calculation of each above-mentioned estimate formula using this adaptation value of five points is performed as follows, for example.

[0071]First, the standard deviation std (ne) of five representative points (ne, kl), std (kl) and the average ave (ne), and ave (kl) are computed, and a lower type defines the revolving speed NE and the load KL in these representative points.

$NE=\{ne-ave(ne)\}/std(ne)$

$KL=\{kl-ave(kl)\}/std(kl)$

And the electronic throttle opening x of a common field is

$x=d11xNE+d12xKL+d13xNExKL+d14xNExNE+d15xKLxKL+ave(x)$  by making the average of an adaptation value into ave(x) and ave(y) —, for example.



= It can approximate as  $d11 \times NE + d12 \times KL + d13 \times NE \times KL + d14 \times NE \times NE + d15 \times KL \times KL + d16$  etc.

[0072]About the measure point near the boundary of two or more fields, the value which performed processing in which point estimates did not differ greatly on both sides of the boundary between fields is used instead of using directly the point estimate obtained based on the estimate formula of these each field. Modeling by fuzzy reasoning is performed, for example, and, specifically, the membership function which can connect the neighborhood of a boundary of each field smoothly beforehand is defined. And the multiplication of the value of the membership function corresponding to the point estimate obtained based on each above-mentioned estimate formula is carried out. Thereby, the value between the point estimates obtained from each estimate formula can be set up now as above-mentioned Centrepont.

[0073]An example of this membership function is shown in drawing 5. The membership function shown in the drawing 5 is a thing when load is set constant among the membership functions defined in the field near the idol, and the common field.

[0074]As shown in the drawing 5, the membership function  $f1$  of the field near the idol takes the value "1", when an engine speed separates from a boundary with a common field enough and is contained in the idle region. Therefore, at this time, the value obtained from the estimate formula in the above-mentioned field near the idol is used as a point estimate as it is.

[0075]On the other hand, in the field which is "alpha", as for the membership function  $f1$  corresponding to these each field, and the value of  $f2$ , the engine speed which it is near the boundary between the field near the idol and a common field takes "beta" and "gamma" which are larger values smaller than "1" than "0." Therefore, the sum of what carried out the multiplication of the "beta" to the value obtained from the estimate formula of an idle region in this case when an engine speed is "alpha", and the thing which carried out the multiplication of "gamma" to the value obtained from the estimate formula of a common field when an engine speed is "alpha" will be used as a point estimate.

[0076]Next, the conformity procedure of the engine control parameter concerning this embodiment is explained. The procedure of determining the adaptation value of an engine control parameter is shown in drawing 6.

[0077]In Step 1000 shown in this drawing 6, as mentioned above, the various weighted solidity of the engine in each map points which consist of 120 points is measured. The measurement procedure of each of these map points is shown in the flow chart of

drawing 7.

[0078] That is, on the occasion of this measurement, the various weighted solidity of the engine in each representative point which consists of the 13 above-mentioned points is first measured in Step 100. This is performed in the following procedures.

(b) In the conditioning tool 53 shown in previous drawing 1, a condition file is set up for every representative point.

(\*\*) The value used as Centrepont of the control parameter in each representative point is inputted from the exterior via the final controlling element 60.

(\*\*) In the conditioning tool 53, the value inputted [ above-mentioned ] is made into Centrepont for every above-mentioned representative point, and the value of the control parameter used for measurement based on the rectangular table of an experimental design is set up. The value of this set-up control parameter is entered in the above-mentioned condition file.

(\*\*) If a condition file is set up about all the representative points which consist of 13 points, this condition file will be transmitted to the automatic-meter-reading device 33.

(\*\*) Reset said manual flag set in ECU30 in the automatic-meter-reading device 33. The revolving speed of the engine 10 is controlled by predetermined instructions being sent to dynamometer 31 and ECU30 in this state in agreement with the revolving speed set as the specific condition file. Next, it is controlled so that the load of the engine 10 becomes what was set as the condition file.

(\*\*) and based on the measurement data supplied from ECU30 via the panel checker 34, the operational status of the engine 10 was in agreement with setting out by a condition file, if a purport judgment is made, In the automatic-meter-reading device 33, while setting said manual flag to ECU30 via the panel checker 34, each control parameter of the engine 10 is fixed to one of 29 kinds set as the condition file.

(\*\*) The various weighted solidity of the engine 10 is measured in this state. And after the measurement over a prescribed period is ended, fixed control of the control parameter is carried out at other values set as the above-mentioned condition file, and measurement is performed again.

(\*\*) In this way, an end of the measurement of the 29 above-mentioned points set as one condition file will carry out automatic registration of this measurement data to the server 40. And while the following condition file is chosen, the manual flag in ECU30 is reset and the operational status of the engine 10 is controlled to the operational status set as the newly selected condition file.

[0079] After measurement of the representative point which consists of 13 points by

such a series of procedures is completed, it shifts to Step 200 of drawing 7. In this step 200, the above (a1) and a model formula – (a3) are computed for every representative point by the analysis tools 50 shown in previous drawing 1. That is, with the analysis tools 50, the condition file which corresponds measurement data from the server 40 is first incorporated from the automatic-meter-reading device 33, respectively. And the above-mentioned model formula is computed based on various measurement conditions, such as a kind etc. of control parameter at the time of the measurement entered in the condition file, and measurement data.

[0080]And if a model formula is computed for every representative point, it will shift to Step 300. In this step 300, the optimum value by which requirements are fulfilled for every representative point of the from the model formula for every representative point is computed by the analysis tools 50. These requirements are beforehand inputted into the analysis tools 50 from the exterior via the final controlling element 60.

[0081]As for these requirements, it is desirable to set up a maximum to the discharge and torque fluctuation amount of NO<sub>x</sub>, and to set it as the conditions from which the amount of burn-out fuels becomes the minimum within the limits of this so that it may illustrate to drawing 8 about the representative point which belongs, for example to the above-mentioned common field (drawing 4). The field which the discharge of NO<sub>x</sub> incidentally consists of each model formula computed [ above-mentioned ] below in upper limit, and becomes between the upper limit which a torque fluctuation amount can permit at the minimum time turns into a conformity field surrounded with the slash in the drawing 8. Therefore, the value from which the amount BSFC of burn-out fuels serves as the minimum in this conformity field is computed as an optimum value here. In a racing start field (drawing 4), it is desirable to compute an optimum value, for example from on the graph of the amount BSFC of burn-out fuels at the time of the torque variation minimum from the reason mentioned above.

[0082]In this way, if the optimum value in each representative point is computed, for every representative point, the model formula used for calculation of a measurement value, an optimum value, and also an optimum value will be graph-ized, and will be displayed by the display for indication 51 shown in previous drawing 1. Thereby, robustness can be checked. That is, the optimum value computed by numerical analysis with the above-mentioned analysis tools 50 may be a value lacking in robustness. Therefore, robustness is checked by graph-izing the optimum value, the measurement value, and the above-mentioned model formula which were computed, and displaying them.

[0083]In this way, if the optimum value computed for every representative point is judged to fulfill robustness, in Step 400 (drawing 7), the above-mentioned estimate formula will be computed with the analysis tools 50 based on these optimum values for every field of the field near the idol, a racing start field, and a common field.

[0084]In Step 500, calculation of the above-mentioned estimate formula will presume the adaptation value of all the map points which consist of 120 points in the analysis tools 50. the value which carried out gradual change processing of the said-computed value based on the membership function etc. without using directly the value computed from each above-mentioned estimate formula near the boundary of the three above-mentioned fields on the occasion of this presumption as mentioned above — business — \*\*\*\* .

[0085]If an adaptation value is presumed by each map points which consist of 120 points in the above-mentioned mode, in Step 600, the same measurement as the above-mentioned step 100 which makes these Centrepont will be performed. That is, in the conditioning tool 53, after a condition file is set up for every map points, each presumed adaptation value is written in a monograph affair file as Centrepont. And based on this condition file, above-mentioned Centrepont and its up-and-down value perform measurement of 29 points each set up as a value of a control parameter with the automatic-meter-reading device 33. Automatic registration of this measuring result is carried out to the server 40, respectively.

[0086]Thus, after measurement of the map points which consist of all the 120 points in a series of procedures shown in drawing 7 is ended, it shifts to processing of Step 2000 shown in previous drawing 6. In this step 2000, the model formula shown in above-mentioned (a1) – (a3) for every map points is computed like Step 200 shown in previous drawing 7.

[0087]And in Step 3000, the adaptation value in each point is computed from the model formula computed for these each map points of every like Step 300 shown in previous drawing 7. Next, a measurement value, the computed adaptation value, and the model formula used for the calculation are graph-ized for every map points also here, and the check of robustness is performed by being displayed by the display for indication 51 shown in previous drawing 1. The hold stores of these each model formula are carried out to the database 52 shown in previous drawing 1.

[0088]The validity of these adaptation values is estimated by controlling the engine carried in vehicles by Step 4000 using the control map in which the adaptation value of these 120 points was set up. This real vehicle evaluation is greatly performed for the following reasons for two.

[0089]The conformity performed on the test bench which connected with the dynamometer 31 the engine 10 first shown [ 1st ] in previous drawing 1 is the reason the same characteristic may not be shown in real vehicle running environment. That is, since it has the resonance point peculiar to that structure, real vehicles may be fixed with the resonance point when the torque variation of the engine in a specific field is peculiar to these vehicles, for example. In this case, even if a torque variation is settled below in a predetermined value in a test bench, when an engine is actually carried in vehicles and it does a driving test, there is a possibility that this torque variation may exceed a predetermined value. In such a case, the adaptation value of an engine control parameter is corrected by real vehicle evaluation.

[0090]In the steady predetermined operational status of the engine 10, each above-mentioned adaptation value is computed as optimal control value as the 2nd reason, and the point that it is not a thing reflecting the engine control performed during a actual run is mentioned. For this reason, it may be desirable to tune finely the adaptation value calculated on the test bench by the demand of minimizing the fuel consumption on a predetermined travel condition, for example.

[0091]That is, while carrying out occlusion of the NOx under exhaust air to a flueway into the catalyst in the engine using a NOx occlusion reduction type catalyst, for example, if the occlusion amount reaches the specified quantity, it will be discharging unburned gas to a flueway, and control which returns NOx will be performed. Timing which discharges the unburned gas in such control is usually performed by carrying out presumed calculation of the occlusion amount of NOx based on the control map computed [ above-mentioned ]. That is, by conformity by the above-mentioned test bench, since the data of the engine characteristic value corresponding to the adaptation value of the control map exists, a NOx occlusion amount can be presumed based on this.

[0092]However, when fuel consumption can be further reduced by changing the timing which discharges the above-mentioned unburned gas under the predetermined travel condition used for the real driving test. It is desirable to reduce the fuel consumption on the travel condition by correcting delicately the above-mentioned adaptation value computed on the test bench.

[0093]The real vehicle evaluation performed from such a reason specifically introduces the control map in which the adaptation value for which ECU connected to the mounted engine was first asked from measurement by the above-mentioned test bench was set up. In order to grasp the relation between an engine control mode and the various weighted solidity of the engine at that time, the panel checker 34 who

showed previous drawing 1 is connected to the ECU. In this way, the value of the control parameter of an engine in the meantime and the value from an engine various sensor are incorporated in real time by the panel checker 34, doing the real driving test of vehicles. A sensor for exclusive use is carried for real vehicle evaluation, and the measurement data from this sensor for exclusive use is also incorporated into the panel checker 34 in real time, such as forming the sensor which detects NOx in the downstream of an above-mentioned NOx occlusion reduction type catalyst, for example among engine flueways.

[0094] And the measurement data incorporated into the panel checker 34 from these ECUs or a sensor for exclusive use is taken out after a real driving test. Since engine operational status, and the value and the various engine characteristic values of various control parameters at the time are contained in this measurement data, based on this, it is evaluated whether it is what has a suitable adaptation value in the above-mentioned control map.

[0095] Thus, by performing real vehicle evaluation, if it is judged to be desirable to tune finely the adaptation value calculated from measurement by a test bench (Step 5000 of drawing 6), the requirements of each map points will be improved in Step 6000. Thereby, when the difference arose in the time of the various outputs of the engine on a test bench, and a real vehicle run, or when correction of an adaptation value is desired from various control at the time of a real run, the requirements over the various weighted solidity of the engine in each map points are reset up.

[0096] Here, the reexamination performed when NOx emission exceeds a predetermined value about reexamination of this adaptation value based on the detection result of the sensor which detects the above-mentioned NOx is further explained as an example. That NOx emission may exceed a predetermined value originates in either of two reasons mentioned above here. That is, even if it fulfills requirements on a test bench, it may originate in the 1st reason of stopping filling at the time of a real driving test. It may originate in the 2nd reason for originating in unsteady operation control — there is a problem in the value of the control parameter in points other than each suiting point.

[0097] The relation between each operational status of the engine which becomes settled by an engine speed and load, and the value of each control parameter at that time and the value of NOx quantity is included in the measurement data accompanying the above-mentioned real driving test. Then, it is computed by setting up a threshold to the NOx quantity by an operation tool with proper engine speed when the threshold is exceeded and load, and also value of a control parameter.

[0098]In this way, the computed engine speed and load, and also the value of a control parameter are not necessarily either of the map points which consist of the 120 above-mentioned points. In actual engine control, this is because the control which interpolates the value of an adaptation value is made, when engine operational status corresponds to the value between each map points. Then, while NO<sub>x</sub> quantity computes the adaptation value concerned with the engine control exceeding a threshold based on the these-computed engine speed and load, and also the value of a control parameter, the contribution of these each adaptation value is taken into consideration. And based on consideration of these contributions, the re set of the requirements over the adaptation value concerned is performed.

[0099]And if the re set of these requirements is performed, it will return to Step 3000 and an adaptation value will be again computed based on these requirements. About this, while the newly set-up requirements are inputted into the analysis tools 50 from the final controlling element 60 shown in previous drawing 1, the model formula corresponding to the point where change to requirements was among each above-mentioned map points from the database 52 is inputted. And with the analysis tools 50, a new adaptation value is computed using the inputted model formula.

[0100]In this way, calculation of a new adaptation value will perform real vehicle evaluation again (Step 4000 and Step 5000). Processing of such steps 3000-6000 is repeatedly performed until the adaptation value computed satisfies real vehicle evaluation. And if it is judged that real vehicle evaluation is satisfied, the adaptation value at that time will be determined as a final adaptation value (Step 7000), and a series of processings concerning conformity of the engine control parameter concerning this embodiment will be ended.

[0101]According to this embodiment described above, the following effects come to be acquired.

(1) While computing an adaptation value from the model formula computed for every map points based on the measurement value on a test bench, An adaptation value is computable again only by not performing re-measurement but resetting up requirements by having carried out the hold stores of this model formula to the database 52, when it is necessary to correct the computed adaptation value.

[0102](2) At the time of a real vehicle run, it had composition which measures the relation between an engine speed and load, and the value of various control parameters and various engine weighted solidity in real time. Thereby, evaluation of an adaptation value and reexamination of requirements become easy.

[0103](3) Before measuring the various weighted solidity of the engine 10 in all the

map points, the weighted solidity about 13 representative points is measured, and the adaptation value in all the map points was presumed based on the measuring result. And the value of a control parameter is set as this presumed adaptation value and its neighborhood, and the various weighted solidity of the engine 10 was measured. For this reason, the relation between a control parameter and an engine characteristic value can be approximated now with sufficient accuracy with the model formula of the low next.

[0104](4) The stratification combustion region was divided into three fields, the field near the idol, a racing start field, and a common field, to which the characteristics differ, respectively, and each different \*\*\*\* requirements were set up to the engine characteristic for these each field of every. That and an adaptation value can be exactly calculated now by the case where the engine characteristics differ remarkably by this in a operating range of the engine which asks for calculation of an adaptation value. The estimate formula which provides the relation between operational status and the adaptation value of each control parameter in that of the engine characteristic was set up for these each operating range of every. Thereby, that and a simply accurate formula can be obtained by the case where the above-mentioned estimate formula is expressed by the polynomial of the low next.

[0105](5) A membership function is defined and the adaptation value [ / near the boundary of three fields, the field near the idol, a racing start field, and a common field, ] was connected smoothly. Therefore, the abrupt change of the adaptation value in accordance with the shift between fields is avoidable by using this membership function also about the adaptation value presumed [ near these boundaries ].

[0106](6) When the adaptation value in all the map points which consist of a representative point which consists of 13 points, and 120 points was computed, we decided to display the model formula used for calculation of a measurement value, an adaptation value, and an adaptation value with the display for indication 51 for each point. This can be eliminated because this performs the check of that and robustness by the case where the point which is scarce and is not suitable as an adaptation value is computed by robustness with the analysis tools 50.

[0107](A 2nd embodiment) A 2nd embodiment of the adapting method of the engine control parameter concerning this invention is hereafter described focusing on a point of difference with a 1st embodiment of the above.

[0108]In a 1st embodiment of the above, the conformity man day was reduced by lessening the number of the representative points which measure by narrowing down the value of a control parameter to the field near the adaptation value beforehand as



much as possible. However, if the number of representative points is reduced, the accuracy of the estimate formula computed for every above-mentioned field will come to be greatly dependent on each point of a representative point.

[0109] On the other hand, according to this embodiment, if three estimate formulas are computed for every above-mentioned field based on measurement of a representative point, the adaptation value in one point selected at random will be presumed using the estimate formula of the applicable field out of all the map points which consist of 120 points. Next, the value of a control parameter is set as this presumed adaptation value and its neighborhood, and various engine weighted solidity is measured. And the estimate formula defined in the field corresponding based on this measuring result is computed again. And an adaptation value is presumed based on the arbitrary estimate formulas which were not used for measurement till then and which one point was chosen at random and computed again. Thus, whenever measurement of one point is newly made, an estimate formula is updated based on the measuring result.

[0110] The estimate formula defined in the field corresponding to a measure point whenever measurement new in the above-mentioned mode is performed can be updated, and the dependency to the first selected representative point can be exactly eased by presuming the adaptation value in the point which measures after this using this updated estimate formula. About calculation of this estimate formula, the arbitrary techniques of the ability to inhibit the influence of the value from which it separated statistically, such as a least-squares method, can be used.

[0111] In this embodiment, whenever the measurement in the map points near [ between each field ] the boundary is made in the membership function formed so that the adaptation value presumed from the estimate formula computed for every field may not change rapidly [ near the boundary between these fields ], the measuring result is used, and it updates. Thereby, an adaptation value can be presumed with still more sufficient accuracy irrespective of an engine kind. The value of the membership function defined beforehand defines the field which becomes below "1" as a field near [ between each field ] the boundary.

[0112] The boundaries of each field of the field near the idling mentioned above, a racing start field, and a common field usually differ for every engine kind. And the boundary of each of this field may be unable to be set as the value optimal before measurement. In this case, said membership function can also be defined only as a vague value.

[0113] On the other hand, in this embodiment, a membership function is updated using the data near [ of the data measured by then with this newly added measurement data

whenever the new map points located near the boundary of these fields were measured ] the boundary. Thus, while predicting that and a membership function beforehand and setting them up by the case where the suitable values differ, according to an engine kind, An adaptation value can be further presumed now with sufficient accuracy by using the membership function updated each time with the measurement data newly obtained using the function.

[0114]When measurement is newly made [ near the boundary ], suppose that renewal of the estimate formula in this case is not performed in this embodiment for the sake of the convenience which updates a membership function.

[0115]Here, the measurement procedure of all the map points in this embodiment is explained, referring to drawing 9. Drawing 9 is a flow chart which shows a part of all the map-points measurement procedures in this embodiment.

[0116]That is, in Step 400 of drawing 7 shown previously, if the estimate formula according to described area is computed based on the optimum value of each representative point which consists of 13 points, in the conditioning tool 53 shown, for example in previous drawing 1, one arbitrary point which is not measured will be chosen at random (Step 700). The above-mentioned condition file is prepared to this selected point.

[0117]On the other hand, in the above-mentioned analysis tools 50, the presumed adaptation value in the said-chosen point is computed using the estimate formula and membership function of a field with which the point chosen [ above-mentioned ] belongs (Step 710).

[0118]And if a presumed adaptation value is computed in this way, in the above-mentioned conditioning tool 53, this presumed adaptation value will be written in a corresponding condition file as Centrepont. Based on the rectangular table shown in previous drawing 2, the value of the control parameter used for measurement is also written in the condition file. In this way, the condition file in which the value of the control parameter was written is transmitted to the above-mentioned automatic-meter-reading device 33. In the automatic-meter-reading device 33, measurement according to a condition file is performed, and as mentioned above, automatic registration of the measurement data is carried out to the above-mentioned server 40 (Step 720).

[0119]In this way, if measurement data is newly obtained, in the above-mentioned analysis tools 50, the condition file which corresponds measurement data from the server 40 will be read from the automatic-meter-reading device 33, and it will ask for any one model formula of above-mentioned (a1) – (a3) based on these (Step 730).

[0120]In the analysis tools 50 which asked for the model formula, an adaptation value is computed from the requirements beforehand inputted from the outside via the final controlling element 60, and this model formula (Step 740).

[0121]And if this newly acquired adaptation value is judged to be a thing of the map points near the boundary of the three above-mentioned fields (Step 760), in the above-mentioned analysis tools 50, a membership function will be updated based on the adaptation value computed by then (Step 770). If the adaptation value newly acquired on the other hand is judged not to be a thing of the map points near the boundary of the three above-mentioned fields (Step 760), the above-mentioned estimate formula will be updated in the analysis tools 50 (Step 780).

[0122]This processing of a series of is performed until measurement of all the map points is completed (Step 750). And when measurement of all the map points is ended by this the processing of a series of in the case of this embodiment, both calculation of the model formula corresponding to these each map points and calculation of the adaptation value of the control parameter by the model formula are completed. For this reason, the same evaluation as a 1st embodiment or reexamination of the requirements based on that evaluation is repeated through the processing after Step 4000 of previous drawing 6 after that.

[0123]the effect which applied to the effect of above-mentioned [ of a 1st previous embodiment ] (1) – (6), or it correspondingly according to this embodiment described above — in addition — the following effects come to be acquired.

[0124](7) The adaptation value based on an estimate formula can be presumed now with much more sufficient accuracy by having updated the above-mentioned estimate formula based on this measuring result, whenever it newly measured one map points belonging to fields other than near the boundary.

[0125](8) The adaptation value based on a membership function can be presumed now with much more sufficient accuracy by having updated the above-mentioned membership function based on this measuring result, whenever it newly measured the map points near the boundary of the trichotomized field. It can also grasp from the membership function eventually obtained by measurement about the characteristic of the engine which is applicable. For this reason, when a similar engine is newly developed, a suitable membership function can be set up as an initial condition at the time of that conformity.

[0126]A 2nd embodiment of the above can be changed as follows, and can also be carried out.

– In the above-mentioned step 730, when a measure point is judged that a model

formula is uncomputable few, it can return to processing of Step 700 and it is more desirable rather. However, such processing is also avoidable by using the measuring result by processing to Step 400 shown in previous drawing 7.

[0127]– When an adaptation value can presume exactly by updating an estimate formula whenever map points are measured, this can also be omitted about the processing which updates a membership function whenever the map points near [ between fields ] the boundary are measured.

[0128]– When the reliability of the estimate formula itself can be secured again, whenever the map points near [ between fields ] the boundary are measured, it may be made to perform only processing which updates a membership function.

[0129]– Although the point of presuming an adaptation value using an estimate formula was considered as the composition chosen at random out of 120 points in the above-mentioned embodiment, a certain intentional ordering is carried out beforehand, and it may be made to presume an adaptation value based on it.

[0130]– Although we decided to perform presumption of an adaptation value, and measurement based on it for every point using an estimate formula in the above-mentioned embodiment, it may carry out every two or more points. In addition, in common with each above-mentioned embodiment, there are the following as an element which can be changed.

[0131]– Instead of memorizing a model formula in the above-mentioned database 52 as processing of Step 3000 shown in previous drawing 6, When carrying out the hold stores of the measuring result obtained at Step 1000 to a proper memory and looking over requirements again in Step 6000, it may be made to compute an adaptation value again using this measuring result that carried out hold stores.

[0132]– It does not restrict to what forms means to support reexamination of the requirements of Step 6000, such as a proper operation tool which computes the map points which exceeded the threshold from the measurement data accompanying a real vehicle run of Step 4000, either, but may be made to form the operation tool which changes requirements automatically from the measurement data. This should just reset the requirements imposed on the map points relevant to the measurement data, when for example, the measurement data exceeds the threshold set up beforehand.

[0133]– It may replace with a real driving test and the driving test which performs engine control using the control map computed at Step 3000 of previous drawing 6 on the test bench may be done again.

[0134]– When a computer can perform the simulation of complicated operation control further, the simulation on a computer may be performed instead of processing of Step

4000 shown in previous drawing 6. Also by this, NOx quantity by which occlusion is carried out to the above-mentioned NOx occlusion reduction catalyst is computed, for example, The discharging timing of unburned gas can be grasped under a predetermined travel condition, and reexamination of the adaptation value for lessening more the amount of burn-out fuels under the travel condition, etc. can be performed in the mode according to each above-mentioned embodiment.

[0135]- On the boundary of each field where the stratification combustion region was trichotomized, when a suitable point estimate can be obtained by using the estimate formula belonging to a specific field, it is not necessary to necessarily define the above-mentioned membership function.

[0136]- How to take the above-mentioned representative point, its number, etc. are arbitrary. It is not restricted to what also illustrated the calculation mode of the estimate formula in Step 400 shown in previous drawing 7 by the above-mentioned embodiment.

[0137]- In Step 300 (however, before the reexamination in Step 6000) shown in previous drawing 6, and Step 300 shown in drawing 7, although the adaptation value was computed based on the requirements which were divided [ above-mentioned ] and which were set up for every field, it is good also considering requirements as variable for each point.

[0138]- The model formula or estimate formula which were illustrated by each above-mentioned embodiment are not restricted to this. For example, by using a high order model formula, it may change easing the narrowing condition of a measuring region etc. suitably, and may carry it out.

[0139]- About the processing which computes an adaptation value again with reexamination of the requirements by a real vehicle driving test etc., A series of procedure shown in previous drawing 7 cannot necessarily be followed, but \*\* can also reduce the man day at the time of computing an adaptation value again by carrying out the hold stores at least of one side of the model formula computed based on the measure point of 120 points and the measure point which were measured by arbitrary techniques.

[0140]- If one estimate formula fully reliable based on the measuring result of a representative point by the engine characteristic or the degree of the estimate formula to be used can be computed when performing measurement of 120 points, Accuracy can be raised, although the count in each point of 120 points is reduced because do not necessarily set up the above-mentioned estimate formula according to each for every trichotomized field but \*\* also measures various engine weighted

solidity in the presumed adaptation value based on the estimate formula, and the value of the neighborhood.

[0141]– Also when the requirements over an engine characteristic are identically set up from the reason of the engine characteristic approximating again under the operating condition containing the all points of 120 points, the one above-mentioned estimate formula may be able to be accepted and set up. Also in this case, accuracy can be raised although the count in each point of 120 points is reduced by measuring various engine weighted solidity in the presumed adaptation value based on the estimate formula, and the value of that neighborhood.

[0142]– When requirements are given and an adaptation value is computed promptly, independently of narrowing-down processing of the measuring region by an estimate formula, setting out of the requirements of every described area is effective. That is, as mentioned above, when the engine characteristics differ for every field, if the same requirements are imposed, there will be a possibility that the solution by which the conditions are fulfilled may not exist, and conformity will take time. On the other hand, calculation of an adaptation value can be quickened by the thing into which it was divided and for which requirements are set up for every field.

[0143]– It is not restricted to what was shown in previous drawing 4, but what is necessary is just to set up the number to divide suitably according to the engine characteristic about the division mode of an engine operating range which sets up the requirements of each different \*\*\*\* engine.

[0144]– After computing the adaptation value by which the requirements set up according to each for every operating range of the engine further divided in this case are fulfilled, If it grazes, the optimal adaptation value that performs processing according to the processing which performed reexamination processing of the requirements of Step 4000 to the step 6000 shown in previous drawing 6, or was illustrated in each above-mentioned modification and by which each different \*\*\*\* requirements are eventually fulfilled for every map points can be acquired.

[0145]– Instead of using the control map which consists of 120 points, the adapting method and conformity system of an engine control parameter of this invention are effective also to that to which control of ECU is performed using the model formula which defined the relation between operational status and a control parameter. Namely, if a model formula is set up, for example in a stratification combustion region in this case every three fields, the above-mentioned idle region and a racing start field, and a common field, in the model formula of the low next, the adaptation value of a control parameter can be expressed with sufficient accuracy.

[0146] When computing the model formula, after asking for a model formula preparatorily from measurement of a representative point, etc., (b). Compute the adaptation value presumed in arbitrary points using a model formula. (\*\*). Set a control parameter as this computed adaptation value and its neighborhood, and measure various engine weighted solidity. (\*\*) The accuracy of the model formula can also be raised by repeating the process of (b) of updating a model formula using the (\*\*)—computed adaptation value – (\*\*) of creating the above (a1) and a formula – (a3) based on the measuring result, and computing the adaptation value in the point describing above after this. The model formula used, for example in the similar engine may be used for a preliminary model formula instead of obtaining by representative point measurement.

[0147]— In addition to this, the measurement mode of various engine weighted solidity, etc. are arbitrary. That is, it can change suitably and can also carry [ that it is not necessary to be the composition that various data is incorporated into a panel checker from ECU30 shown in previous drawing 1 for example, and the measuring result from a sensor for exclusive use is directly supplied to the automatic-meter-reading device 33, etc. and ] out.

[0148]— A conformity parameter is not restricted to what was illustrated in each above-mentioned embodiment. Parameters, such as fuel pressure etc. of the fuel otherwise injected by the combustion chamber 13 of the engine 10, can be introduced suitably.

[0149]— The various weighted solidity of the engine with which requirements are imposed is not restricted to NOx, the torque fluctuation amount, and the amount of burn-out fuels which were illustrated by each above-mentioned embodiment again, either.

– According to each above-mentioned embodiment, although the adapting method and conformity system of this invention were applied to conformity of the control parameter of the stratification combustion region in a cylinder injection type gasoline engine, it is applicable also like conformity of other engine control parameters.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram showing the entire configuration about the embodiment of the conformity system of the engine control parameter concerning this invention.

[Drawing 2]The figure showing the setting-out mode of a control parameter used in the system of the embodiment at the time of measurement of various engine characteristic values.

[Drawing 3]The figure showing the example which approximates a complicated function with the model formula of the low next.

[Drawing 4]The figure which illustrates the operating condition representative point in the division mode and these region divisions of the stratification combustion operation field in a cylinder injection type gasoline engine.

[Drawing 5]The figure showing an example of the membership function for carrying out the fuzzy reasoning of the adaptation value near [ between described areas ] the boundary.

[Drawing 6]The flow chart which shows the conformity procedure of the control parameter about the embodiment of the adapting method of the engine control parameter concerning this invention.

[Drawing 7]The flow chart which shows the measurement procedure of the various weighted solidity of the engine in the adapting method of a 1st embodiment of the adapting method of the engine control parameter concerning this invention.

[Drawing 8]The graph which shows an example of the calculation mode of the adaptation value in the adapting method of the embodiment.

[Drawing 9]The flow chart which shows the measurement procedure of the various weighted solidity of the engine in a 2nd embodiment of the adapting method of the engine control parameter concerning this invention.

#### [Description of Notations]

10 [ — Combustion chamber, ] — An engine, 11 — A cylinder, 12 — A piston, 13 14 [ — Flueway, ] — An injector, 15 — A spark plug, 16 — A suction passage, 17 18 — A suction valve, 19 — An exhaust valve, 20 — Variable valve timing mechanism, 21 — An electronically controlled throttle, 22 — An EGR passage, 23 — EGR valve, 24 [ — Electronic control, ] — An output shaft, 25 — A rotational speed sensor, 26 — A water temperature sensor, 30 31 [ — A panel checker, 35 / — A measuring instrument, 40 / — A server, 50 / — Analysis tools, 51 / — A display for indication, 52 / — A database, 53 / — A conditioning tool, 60 / — Final controlling element. ] — A dynamometer, 32 — A dynamo distribution power board, 33 — An automatic-meter-reading device, 34

---





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるエンジン制御パラメータの適合方法であって、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求めるとともに、それらモデル式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出し、この算出した適合値に基づいて前記エンジン制御したときの特性値を監視するとともに、その監視する特性値が所望の要求条件を満たすまで、同要求条件を見直しつつ前記モデル式に基づく前記制御パラメータの適合値の算出を繰り返すことを特徴とするエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項 2】 エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるに、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求めるとともに、それらモデル式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、前記エンジンの特性値についての前記各運転状態毎の予めの計測が、次の各工程、

a. 前記適合値の算出を所望するエンジンの運転条件について予め代表点を定め、この定めた代表点での前記エンジンの特性値を計測する工程、及び  
b. この計測結果に基づいて制御パラメータとエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求める工程、及び  
c. この求めたモデル式から前記代表点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する最適値を算出する工程、及び  
d. この算出した最適値に基づいてエンジンの運転状態とその対応する適合値との関係を定める予測式を求める工程、及び  
e. この求めた予測式から前記適合値の算出を所望するエンジンの全運転条件に対する適合値を推定する工程、及び  
f. これら推定された適合値及びその近傍に設定された制御パラメータのもとに前記エンジンの特性値についての前記各運転状態毎の計測を行う工程、を経て行われることを特徴とするエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項 3】 前記代表点が前記エンジンの異なる運転領域毎に各別に定められ、前記予測式がそれら異なる運転領域毎に各別に求められる請求項 2 記載のエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項 4】 前記予測式によって推定される適合値のうち、前記エンジンの異なる運転領域の境界近傍の値は、

それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理される請求項 3 記載のエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項 5】 エンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を求めることで、エンジンの各運転状態に対応する適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、エンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を予備的に設定する工程の後、次の各工程、

a. 前記モデル式から前記計測点以外の少なくとも 1 つの点における適合値を算出する工程、及び  
b. この算出された適合値及びその近傍に設定された制御パラメータのもとに前記エンジンの特性値についての当該運転条件での計測を行う工程、及び  
c. この計測結果に基づいて当該制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及び  
d. この求めた関係式から当該運転状態におけるエンジン特性値についての要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出する工程、及び  
e. この算出した適合値に基づいて前記モデル式を更新する工程、を任意回繰り返すことでエンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を求めることを特徴とするエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項 6】 請求項 5 記載のエンジン制御パラメータの適合方法において、エンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を予備的に求める工程が、前記エンジンの運転状態からいくつかの計測点を定め、この定めた計測点での前記エンジンの特性値を計測する工程、及びこの計測結果に基づいて制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及びこの求めた関係式から前記計測点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する最適値を算出する工程、及びこの算出した最適値に基づいてエンジンの運転状態とその対応する適合値との関係を定めるモデル式を求める工程、の各工程からなることを特徴とするエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項 7】 エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させる際に、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係式を求めるとともに、それら関係式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、

前記エンジンの特性値についての前記各運転状態毎の予めの計測、及び前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係式の求出、及びそれら関係式に基づく前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値の算出が、次の各工程、

a. 前記適合値の算出を所望するエンジンの運転条件について予め代表点を定め、この定めた代表点での前記エンジンの特性値を計測する工程、及び

b. この計測結果に基づいて制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及び

c. この求めた関係式から前記代表点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する最適値を算出する工程、及び

d. この算出した最適値に基づいてエンジンの運転状態とその対応する適合値との関係を定めるモデル式を求める工程と、

前記適合値の算出を所望するエンジンの全ての運転条件について同適合値が求まるまでの次の各工程、

e. 前記適合値の算出を所望するエンジンの運転条件について先に計測した点以外の少なくとも1つの点を選択する工程、及び

f. 前記求めたモデル式から前記選択した点での適合値を推定する工程、及び

g. この推定された適合値及びその近傍に設定された制御パラメータのもとに前記エンジンの特性値についての当該運転条件での計測を行う工程、及び

h. この計測結果に基づいて当該制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及び

i. この求めた関係式から前記選択した点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する適合値を算出する工程、及び

j. この算出した適合値に基づいて前記求めたモデル式を更新する工程、の繰り返しを経て行われる

ことを特徴とするエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項8】前記モデル式が複数に分割された運転領域毎に各別に求められるとともに各別に更新される請求項5～7のいずれかに記載のエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項9】前記エンジンの異なる運転領域の境界近傍の値は、それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理される請求項8記載のエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項10】前記選択された点がこのエンジンの異なる運転領域の境界近傍にあたる時、それまでに算出された当該運転領域での適合値に基づき、前記徐変処理のための処理関数が更新される請求項9記載のエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項11】エンジンの運転領域を特性の異なる複数の領域に分割し、該分割された領域毎に、エンジンの運転状態とその対応するエンジン制御パラメータの適合値

との間の関係を定めたモデル式を設定することで、エンジンの各運転状態に対応する適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項12】前記モデル式に基づいて算出される適合値のうち、前記分割された運転領域の境界近傍の値は、それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理される請求項11記載のエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項13】エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるに、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求めるとともに、それらモデル式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、

前記エンジンの運転領域についてこれを特性の異なる複数の領域に分割し、これら分割した運転領域毎に前記要求条件を各別に設定することを特徴とするエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項14】前記適合値のうち、前記分割された運転領域の境界近傍の値は、それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理される請求項13記載のエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項15】エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるエンジン制御パラメータの適合システムであって、

前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に計測する手段と、

それら計測値に基づき前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求める手段と、

それら求められたモデル式を記憶保持する手段と、

前記エンジンの特性値についてその要求条件を入力する手段と、

前記記憶保持されたモデル式と前記入力された要求条件とに基づいて同要求条件を満足する前記各制御パラメータの適合値を算出する手段と、

この算出された制御パラメータの適合値に基づいて前記エンジンを制御する際にその特性値を監視し、その監視結果を保持する手段と、

それら保持された監視結果とその対応する制御パラメータとの関係を適宜に演算処理して前記算出された適合値についての適否評価、並びに前記入力すべき要求条件の見直しを支援する手段と、

を備えることを特徴とするエンジン制御パラメータの適合システム。

【請求項16】エンジンの各運転状態における制御パラ

メータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるエンジン制御パラメータの適合システムであって、

前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に計測する手段と、

それら計測値を記憶保持する手段と、

この記憶保持された計測値に基づき前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求める手段と、

前記エンジンの特性値についてその要求条件を入力する手段と、

前記求められたモデル式と前記入力された要求条件とに基づいて同要求条件を満足する前記各制御パラメータの適合値を算出する手段と、

この算出された制御パラメータの適合値に基づいて前記エンジンを制御する際にその特性値を監視し、その監視結果を保持する手段と、

それら保持された監視結果とその対応する制御パラメータとの関係を適宜に演算処理して前記算出された適合値についての適否評価、並びに前記入力すべき要求条件の見直しを支援する手段と、

を備えることを特徴とするエンジン制御パラメータの適合システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はエンジン制御パラメータの適合方法及び適合システムに関する。

【0002】

【従来の技術】周知のように、例えば車両用エンジンの制御に際しては、排気エミッション特性や点火特性、燃料消費特性等、様々な要求を満たすべく、複雑な制御がなされている。すなわち、エンジンの回転速度や負荷に基づき決定されるエンジンの運転状態に応じた最適な燃料噴射量や最適な燃料噴射時期等、各種制御パラメータの適合値を予め設定しておき、この設定した適合値に基づいてそれら対象とされるエンジン制御を実行する排気エミッションに対する制約等を満足する走行を可能としている。

【0003】また、この適合値は通常、エンジンベンチ上で試行錯誤を繰り返すなどして求められる。すなわち、エンジンの出力軸とダイナモメータとを回転駆動軸によって連結し、ダイナモメータにてエンジンの負荷トルクをテストトルクとして吸収することで、エンジンが車両に搭載されて運転される状態を擬似的に作り出す。そして、例えばエンジンの回転速度や負荷等に基づいて決定される各種運転状態毎に、エンジン制御パラメータを様々な値に設定し、そのときのNOx排出量や燃料消費量等のエンジンの各種特性値についての計測値から、同パラメータの最適な値を適合値として取得する。

【0004】このように、エンジン制御パラメータの適

合値の取得には、試行錯誤とそれに伴う膨大な時間を必要とする。特に、筒内噴射式ガソリンエンジン等、成層燃焼を伴うエンジンの自動制御にかかる適合値の取得に関しては、その制御パラメータが多いためにこうした問題も深刻である。

【0005】そこで従来は、例えば特開平2000-248991号公報に見られるように、いくつかの計測点に基づきエンジンの出力特性に関する低次のモデル式を算出して上記適合値を取得する提案などもなされている。すなわち、エンジンの各回転速度とトルク毎に、いくつかのエンジン制御パラメータの値に対する上記エンジンの各種特性値を計測し、これに基づいて制御パラメータとそれら特性値との関係を低次のモデル式で表現する。そして、この低次のモデル式を用いて、排気エミッション等の様々な要求をそれら特性値が満たすときの制御パラメータの値を適合値として取得する。こうすることで、適合値の取得にかかる計測点の数を削減することができ、ひいては同適合値の取得に要する時間も短縮することができるようになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、低次のモデル式を用いることで適合値の取得にかかる計測点を削減することができるとはいえ、低次のモデル式の信頼度は、制御パラメータの計測点に大きく影響される。このため、信頼度の高い適合値を算出するためには、パラメータの計測点として適切な値を取得するための何らかの試行錯誤をする必要があり、結果として計測点を増大させるおそれがある。

【0007】更に、上記適合値としてのパラメータの数が多い場合には、あるいはエンジン特性値に対する様々な要求をカバーせざるを得ない場合には、上記低次のモデル式を作成すること自体にも困難が伴うことがある。

【0008】本発明はこうした実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、エンジン制御パラメータの数や各種エンジン特性値に対する要求の増大に対しても、適合にかかる工数を削減しつつより精度の高い適合値を得ることのできるエンジン制御パラメータの適合方法及び適合システムを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。請求項1に記載の発明は、エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるエンジン制御パラメータの適合方法であって、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求めるとともに、それらモデル式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出し、この算出した適合値に基づいて前記エンジ

ン制御したときの特性値を監視するとともに、その監視する特性値が所望の要求条件を満たすまで、同要求条件を見直しつつ前記モデル式に基づく前記制御パラメータの適合値の算出を繰り返すことをその要旨とする。

【0010】上記方法では、例えばテストベンチ等で、エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式が求められる。更に、それらモデル式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値が算出される。

【0011】こうして算出された制御パラメータの適合値は、例えば実車走行等によってその妥当性が再度検討される。したがって、エンジン特性値への様々な要求が課せられたとしても、一旦算出した適合値に基づきエンジンが運転されるときの実際の特性値の評価を通じて、それら要求条件を満たす適合値の算出が可能となる。また、適合値の算出が繰り返される場合であれ、それらは全てモデル式に基づいて行われるため、エンジンの各運転状態毎の特性値についての予めの計測が繰り返されることはない。なお、適合値の再度の算出に際しては、上記モデル式を記憶しておくようにしてもよいし、上記特性値についての予めの計測値を記憶しておくようにしてもよい。モデル式は、それら計測値があれば容易に求めることができる。

【0012】請求項2記載の発明は、エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるに、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求めるとともに、それらモデル式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、前記エンジンの特性値についての前記各運転状態毎の予めの計測が、次の各工程、a. 前記適合値の算出を所望するエンジンの運転条件について予め代表点を定め、この定めた代表点での前記エンジンの特性値を計測する工程、及びb. この計測結果に基づいて制御パラメータとエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求める工程、及びc. この求めたモデル式から前記代表点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する最適値を算出する工程、及びd. この算出した最適値に基づいてエンジンの運転状態とその対応する適合値との関係を定める予測式を求める工程、及びe. この求めた予測式から前記適合値の算出を所望するエンジンの全運転条件に対する適合値を推定する工程、及びf. これら推定された適合値及びその近傍に設定された制御パラメータのもとに前記エンジンの特性値についての前記各運転状態毎の計測を行う工程、を経て行われることをその要旨とする。

る。

【0013】上記方法では、上記(a)～(d)の工程において、エンジン運転状態とその対応する適合値との関係を定める予測式を算出し、同予測式に基づいて適合値の算出を所望するエンジンの全運転条件に対する適合値を推定する。そして、この推定された適合値及びその近傍に設定された制御パラメータのもとにエンジンの特性値の計測を各運転状態毎に行う。

【0014】このように、上記方法によれば、制御パラメータの値を、予め適合値の存在する領域近傍に絞ってからエンジンの特性値を計測するため、計測点の数を減らした場合であれ、適合値を精度よく算出することができるようになる。

【0015】請求項3記載の発明は、請求項2記載の発明において、前記代表点が前記エンジンの異なる運転領域毎に各別に定められ、前記予測式がそれら異なる運転領域毎に各別に求められることをその要旨とする。

【0016】上記方法では、複数の分割された各運転領域毎に予測式が算出される。このため、エンジンの運転領域によってエンジンの各種特性が顕著に異なる場合であれ、同予測式を精度の良いものとすることができるようになる。また、特性が顕著に異なる領域毎に各別の予測式を算出するようにすることで、上記予測式を低次のモデル式とした場合であれ、エンジンの各運転状態と制御パラメータの適合値との関係を的確に表現することができるようになる。

【0017】請求項4記載の発明は、請求項3記載の発明において、前記予測式によって推定される適合値のうち、前記エンジンの異なる運転領域の境界近傍の値は、それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理されることをその要旨とする。

【0018】上記方法では、徐変処理を施すことで、エンジンの異なる運転領域の境界近傍において適合値の変化が急変することを好適に抑制することができるようになる。

【0019】請求項5記載の発明は、エンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を求めることで、エンジンの各運転状態に対応する適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、エンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を予備的に設定する工程の後、次の各工程、a. 前記モデル式から前記計測点以外の少なくとも1つの点における適合値を算出する工程、及びb. この算出された適合値及びその近傍に設定された制御パラメータのもとに前記エンジンの特性値についての当該運転条件での計測を行う工程、及びc. この計測結果に基づいて当該制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及びd. この求めた関係式から当該運転状態におけるエンジン特性値についての要求条件を満足する制御パラメータ

の適合値を算出する工程、及び e. この算出した適合値に基づいて前記モデル式を更新する工程、を任意回繰り返すことでエンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を求めることをその要旨とする。

【0020】上記方法では、エンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を用いて、少なくとも 1 つの点における適合値が算出される。そして、制御パラメータを、算出された適合値及びその近傍に設定してエンジンの特性値の計測を行うことで、この新たな計測においては、計測点の数を削減しつつも上記 (c) 及び (d) の工程によって算出される適合値は、精度のよいものとなる。更に、この算出された適合値に基づいてモデル式が更新されることで、このモデル式そのものの精度をも向上させていくことができるようになる。

【0021】したがって、上記方法によれば、所望とするモデル式の精度が、はじめに予備的に設定されるモデル式の精度や、はじめに計測される点における計測結果によって大きく影響されることを好適に抑制することができるようになる。

【0022】なお、この請求項 5 記載の発明におけるエンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を予備的に求める工程は、請求項 6 記載の発明によるように、前記エンジンの運転状態からいくつかの計測点を定め、この定めた計測点での前記エンジンの特性値を計測する工程、及びこの計測結果に基づいて制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及びこの求めた関係式から前記計測点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する最適値を算出する工程、及びこの算出した最適値に基づいてエンジンの運転状態とその対応する適合値との関係を定めるモデル式を求める工程、としてもよい。

【0023】また、この請求項 6 記載の発明におけるモデル式を用いて最終的に制御パラメータを算出し、例えばエンジンの制御マップ等に適用する場合には、請求項 7 記載の発明によるように、エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させる際に、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係式を求めるとともに、それら関係式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、前記エンジンの特性値についての前記各運転状態毎の予めの計測、及び前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係式の求出、及びそれら関係式に基づく前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値の算出が、次の各工

程、a. 前記適合値の算出を所望するエンジンの運転条件について予め代表点を定め、この定めた代表点での前記エンジンの特性値を計測する工程、及び b. この計測結果に基づいて制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及び c. この求めた関係式から前記代表点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する最適値を算出する工程、及び d. この算出した最適値に基づいてエンジンの運転状態とその対応する適合値との関係を定めるモデル式を求める工程と、前記適合値の算出を所望するエンジンの全ての運転条件について同適合値が求まるまでの次の各工程、e. 前記適合値の算出を所望するエンジンの運転条件について先に計測した点以外の少なくとも 1 つの点を選択する工程、及び f. 前記求めたモデル式から前記選択した点での適合値を推定する工程、及び g. この推定された適合値及びその近傍に設定された制御パラメータのもとに前記エンジンの特性値についての当該運転条件での計測を行う工程、及び h. この計測結果に基づいて当該制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及び i. この求めた関係式から前記選択した点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する適合値を算出する工程、及び j. この算出した適合値に基づいて前記求めたモデル式を更新する工程、の繰り返しを経て行われるようにしてもよい。

【0024】請求項 8 記載の発明は、請求項 5～7 のいずれかに記載の発明において、前記モデル式が複数に分割された運転領域毎に各別に求められるとともに各別に更新されることをその要旨とする。

【0025】上記方法では、複数に分割された各運転領域毎に、それぞれ別に予測式が設定される。このため、エンジンの運転領域によってエンジンの各種特性が顕著に異なる場合であれ、予測式を精度の良いものとして行うことができるようになる。また、特性が顕著に異なる領域毎に各別の予測式を算出するようにすることで、上記予測式を低次のモデル式とした場合であれ、エンジンの各運転状態と前記制御パラメータの適合値との関係を的確に表現することができるようになる。

【0026】請求項 9 記載の発明は、請求項 8 記載の発明において、前記エンジンの異なる運転領域の境界近傍の値は、それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理されることをその要旨とする。

【0027】上記方法では、徐変処理を施すことで、エンジンの異なる運転領域の境界近傍において適合値が急変することを好適に抑制することができるようになる。請求項 10 記載の発明は、請求項 9 記載の発明において、前記選択された点がこのエンジンの異なる運転領域の境界近傍にあたる時、それまでに算出された当該運転領域での適合値に基づき、前記徐変処理のための処理

関数が更新されることをその要旨とする。

【0028】上記方法では、選択された点がこのエンジンの異なる運転領域の境界近傍にあたる時、それまでに算出された当該運転領域での適合値に基づき徐変関数を更新する。このため、対象となるエンジンにおいて予め精密な徐変関数を設定する情報を得ることができない場合であれ、適合工程の中で、この徐変関数を精度の良いものにしていくことができるようになる。

【0029】請求項1記載の発明は、エンジンの運転領域を特性の異なる複数の領域に分割し、該分割された領域毎に、エンジンの運転状態とその対応するエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を設定することで、エンジンの各運転状態に対応する適合値を算出することをその要旨とする。

【0030】上記方法では、複数の分割された各運転領域毎に、それぞれ別にエンジンの各運転状態と前記制御パラメータの適合値との関係を定めるモデル式が設定される。このため、エンジンの運転領域によってエンジンの特性が顕著に異なる場合であれ、エンジンの各運転状態と前記制御パラメータの適合値との関係を定めるモデル式を精度の良いものとすることができるようになる。また、特性が顕著に異なる領域毎に各別の予測式を算出するようにすることで、上記モデル式を低次の式とした場合であれ、エンジンの各運転状態と前記制御パラメータの適合値との関係を的確に表現することができるようになる。

【0031】請求項1記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記モデル式に基づいて算出される適合値のうち、前記分割された運転領域の境界近傍の値は、それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理されることをその要旨とする。

【0032】上記方法では、徐変処理を施すことで、エンジンの異なる運転領域の境界近傍において適合値が急変することを好適に抑制することができるようになる。請求項1記載の発明は、エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるに、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求めるとともに、それらモデル式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、前記エンジンの運転領域についてこれを特性の異なる複数の領域に分割し、これら分割した運転領域毎に前記要求条件を各別に設定することをその要旨とする。

【0033】上記方法によれば、エンジンの運転領域についてこれを特性の異なる複数の領域に分割し、これら分割した運転領域毎に前記要求条件を各別に設定するこ

とで、適合値の算出を迅速に行うことができる。すなわち、特性の異なる領域間で同一の要求条件を設定すると、適合値の解が存在しないことがあり、この場合、この事態を打開するために、新たな試行錯誤等が必要となる。例えば、各運転状態毎に要求条件を設定することもその設定に多くの試行錯誤を必要とする。これに対して、上記方法によれば、分割した運転領域毎に前記要求条件を各別に設定することで、同要求条件を満たす適合値を的確に算出することができるようになる。

【0034】請求項1記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記適合値のうち、前記分割された運転領域の境界近傍の値は、それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理されることをその要旨とする。

【0035】上記方法によれば、徐変処理を施すことで、エンジンの異なる運転領域の境界近傍において適合値が急変することを好適に抑制することができるようになる。請求項1記載の発明は、エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるエンジン制御パラメータの適合システムであって、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に計測する手段と、それら計測値に基づき前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求める手段と、それら求められたモデル式を記憶保持する手段と、前記エンジンの特性値についてその要求条件を入力する手段と、前記記憶保持されたモデル式と前記入力された要求条件とに基づいて同要求条件を満足する前記各制御パラメータの適合値を算出する手段と、この算出された制御パラメータの適合値に基づいて前記エンジンを制御する際にその特性値を監視し、その監視結果を保持する手段と、それら保持された監視結果とその対応する制御パラメータとの関係を適宜に演算処理して前記算出された適合値についての適否評価、並びに前記入力すべき要求条件の見直しを支援する手段と、を備えることをその要旨とする。

【0036】上記構成では、算出された制御パラメータの適合値に基づいて前記エンジンを制御する際にその特性値を監視し、その監視結果を保持する手段を用いることで、例えば実車走行試験等によるエンジンの運転状態と、そのときのエンジンの特性値及び制御パラメータの値を取得することができる。また、それら保持された監視結果とその対応する制御パラメータとの関係を適宜に演算処理して前記算出された適合値についての適否評価、並びに前記入力すべき要求条件の見直しを支援する手段によって、様々な要素に基づいて要求条件の見直しを容易に行うことができる。

【0037】こうして、要求条件が見直されたときには、新たな要求条件を入力するのみで、上記モデル式に基づく同要求条件を満足する前記各制御パラメータの適合値が算出される。したがって、要求条件の見直しに際

して、同要求条件を満たす適合値を得るために新たな計測を行う必要がなく、適合工数を削減することができる。

【0038】したがって、上記構成によれば、その適合工数を削減しつつも様々な要求条件を満たす適合値を得ることができるようになる。なお、この請求項15記載の発明によるようにモデル式を記憶保持する構成とする代わりに、請求項16記載の発明によるように、同モデル式を算出するために用いる計測値を記憶保持する構成としてもよい。

#### 【0039】

【発明の実施の形態】（第1の実施形態）以下、本発明にかかるエンジン制御パラメータの適合方法及び適合システムを、筒内噴射式ガソリンエンジンにおける成層燃焼時の制御マップに対してその適合値の算出に適用した第1の実施形態について図面を参照しつつ説明する。なお、この制御マップは、エンジンの運転状態を回転速度と負荷とで定義し、これら回転速度（ $n_e$ ）及び負荷（ $k_1$ ）の少なくとも一方が互いに異なる例えば120点の運転条件に対して、それぞれ制御パラメータの適合値を設定したものである。

【0040】図1は、本実施形態にかかるエンジン制御パラメータの適合システムの全体構成を示すブロック図である。同図1に示されるように、制御パラメータによって制御される対象となる筒内噴射型ガソリンエンジン10は、シリンダ11及びピストン12によって区画形成される燃焼室13に燃料を直接噴射可能とすべく同燃焼室13の上方にインジェクタ14を備えている。更に、エンジン10は、燃焼室13内の混合気に点火するための点火プラグ15を備えている。

【0041】上記燃焼室13には吸気通路16から空気が吸入され、これが上記噴射される燃料とともに混合気になるとともに、この混合気の上記点火による燃焼ガスが排気として同燃焼室13から排気通路17へ排出される構造となっている。この吸気通路16からの空気の吸入及び排気通路17への排気の排出の各タイミングは、それぞれ吸気バルブ18及び排気バルブ19の開弁タイミングによって設定される。そして、ここに例示するエンジン10の場合、この吸気バルブ18の開弁タイミング（排気バルブ19の開弁期間とのオーバーラップ量）は、可変バルブタイミング機構（以下VVTという）20によって可変設定される。

【0042】一方、エンジン10の燃焼室13に取り込まれる空気量は、吸気通路16の途中に設けられた電子制御スロットル21によって調量される。また、排気通路17へ排出された排気の一部は、EGR通路22を介して吸気通路16に戻される。そして、この戻される排気量は、EGRバルブ23の開弁量によって調量される。

【0043】こうしたエンジン10の制御は、電子制御

装置（以下、ECUという）30によって行われる。また、このECU30には、水温センサ26やエンジン10の出力軸24近傍に設けられた回転速度センサ25等、エンジンの運転状態を計測する各種センサからの情報が計測情報として入力される。

【0044】一方、上記エンジン10の各種制御パラメータを適切な値に設定する制御マップの各適合値を算出する本実施形態の適合システムは、エンジン10の出力軸24と連結されるダイナモメータ31や、ダイナモメータ31を操作するダイナモ操作盤32、ダイナモメータ31を所定の条件に制御すべくダイナモ操作盤32に指令を送る自動計測装置33を備えている。

【0045】ここで、ダイナモメータ31は、エンジン10の出力軸24の発生するトルクを吸収することで、エンジン10を擬似的に車両に搭載した負荷状態にして各種試験を行うためのものである。そして、ダイナモメータ31の吸収するトルクは、自動計測装置33からの指令にしたがって、ダイナモ操作盤32が操作されることで制御される。

【0046】また、同適合システムは、ECU30及び自動計測装置33間でのデータのやりとりを仲介するパネルチェッカー34を備えている。そして、自動計測装置33では、このパネルチェッカー34を介して、ECU30内に保持されるエンジン10の上記計測情報を取得する。一方、同自動計測装置33では、この計測情報によってモニタされるエンジン10の状態に基づいて、アクセルペダルの踏み込み量に相当するデータ等をパネルチェッカー34を介してECU30に供給する。

【0047】すなわち、エンジン10が実際に車両に搭載されるときには、上記各種センサ等からECU30に入力される計測情報に基づきその運転状態が制御される。これに対し、ダイナモメータ31を用いて擬似的に車両に搭載された状態を作り出す場合には、運転者の意志を反映したアクセルペダルの踏み込み量等のデータがECU30に供給されない。そこで自動計測装置33では、このようなアクセルペダルの踏み込み量に相当するデータ等を上記パネルチェッカー34を介してECU30に供給することで、同エンジン10を所望の運転状態に制御する。

【0048】一方、ECU30内には、エンジン10の制御情報として、同エンジン10に類似する機種のエンジンの制御マップ等、当該エンジン10を大まかに制御することのできる制御マップを備えている。したがって、この適合システムによるエンジン10の走行試験時には、同エンジン10の状態を検出する上記各種センサからの計測情報や自動計測装置33から入力されるデータに基づき、この制御マップを通じてECU30によるエンジン10の制御が行われる。

【0049】こうした自動計測装置33によるエンジン10やダイナモメータ31を制御する指令は、大きくは

10

20

30

40

50



自動計測装置 33 内の条件ファイルに基づいて設定される。この条件ファイルには、基本的には、計測を所望するエンジン 10 の各運転状態（回転速度及びトルク）毎に、その制御パラメータが書き込まれている。そして、この各運転状態毎にエンジン 10 が固定制御されてそのときのエンジン 10 の出力が計測器 35 によって計測される。なお、この条件ファイル内に設定される各条件は、条件設定ツール 53 によって設定される。

【0050】この条件ファイルに設定された各運転状態にエンジン 10 の運転状態を制御するために、自動計測装置 33 では、パネルチェッカー 34 を介して ECU 30 にアクセルペダルの踏み込み量に相当するデータ等を供給する。そして、エンジン 10 がこの条件ファイルを通じて設定された運転状態に制御されると、自動計測装置 33 では、パネルチェッカー 34 を介して ECU 30 内のメモリあるいはレジスタ等にマニュアルフラグをセットする。このマニュアルフラグは、上記制御マップによるエンジン 10 の制御を禁止するフラグである。エンジン 10 が上記条件ファイルを通じて設定された運転状態となると、自動計測装置 33 では、このフラグをセッ

トするとともに、エンジン 10 の制御パラメータを同条件ファイル内に設定された値に固定制御する。

【0051】こうして上記条件ファイルに設定されたエンジン運転条件下、制御パラメータが所定の制御値にて固定制御された状態で、消費燃料量や排気中の NOx 濃度、出力トルクの変動量等、エンジン 10 の各種特性値が計測器 35 により計測される。

【0052】詳しくは、この計測器 35 は、エンジン 10 に供給される燃料量を計測する燃費計や、エンジン 10 の排気通路 17 から排出されるガス成分中の NOx 濃度を分析する分析計、エンジン 10 及びダイナモメータ 31 間に設置されたトルクメータ及び同トルクメータの値を計算処理するトルク変動計を備えている。そして、消費燃料量に関しては、燃費計による計測値が、自動計測装置 33 内で計算処理される。また、NOx 濃度は、分析計で算出された濃度が計測値として用いられ、自動計測装置 33 によって計算処理される。更に、出力トルクの変動量は、トルク変動計の値として計測され、自動計測装置 33 で計算処理される。これら自動計測装置 3 \*

\* 3 内で計算処理されたデータが計測データとなる。

【0053】この計測データを上記各条件ファイル毎に保持すべく、この適合システムは、サーバ 40 を備えている。また、同適合システムは、このサーバ 40 に保持された計測データを各条件ファイルの情報とともに解析する解析ツール 50 や、この解析ツール 50 による解析結果を表示する表示器 51、同解析結果の一部を記憶保持するデータベース 52 を備えている。更に、これら解析ツール 50 や、条件設定ツール 53 等を操作すべく、上記適合システムは、操作部 60 を備えている。

【0054】ここで、上記条件ファイルに設定されるエンジン 10 の運転状態についてその設定態様や、上記解析ツール 50 によるエンジン制御パラメータの適合値の算出態様について説明する。

【0055】上述したように、本実施形態では、エンジン 10 の成層燃焼領域において、回転速度と負荷とで定まる 120 点の運転条件に対して、それら各点におけるエンジン制御パラメータの適合値を算出する。

【0056】そして、この 120 点の適合値の算出は、基本的には、

- ・各運転状態毎に、制御パラメータの値をいくつか設定してエンジン 10 の上述した各種特性値を計測する。
- ・こうした計測結果に基づいて、各運転状態毎に、各制御パラメータとエンジン 10 の各種特性値との関係を定めた低次のモデル式を求める。

- ・各運転状態毎に上記エンジン 10 の各種特性値に対して予め設定された要求条件に基づいて、この求めたモデル式から各運転状態における制御パラメータの適合値を算出する。

といった手順にて行われる。

【0057】ここで、本実施形態における上記モデル式は、エンジン 10 の上記計測する各種特性値を、消費燃料量 BSFC、窒素酸化物排出量 NOx、トルク変動量 TF とし、また上記制御パラメータを、電子制御スロットル 21 の開度 x、点火時期 y、燃料噴射時期 z、EGR バルブ 23 の開度（EGR 量）w、吸気バルブ 18 の開弁時期（バルブオーバーラップ量または VVT 進角値）を v として下式にて定義される。

・消費燃料量

$$\begin{aligned} \text{BSFC} = & a_{10} + a_{11} \times x + a_{12} \times y + a_{13} \times z + a_{14} \times w \\ & + a_{15} \times v + a_{16} \times y \times y + a_{17} \times w \times y + a_{18} \times v \times y \\ & + a_{19} \times w \times v + \dots \quad \dots (a1) \end{aligned}$$

・窒素酸化物排出量

$$\begin{aligned} \text{NOx} = & a_{20} + a_{21} \times x + a_{22} \times y + a_{23} \times z + a_{24} \times w \\ & + a_{25} \times v + a_{26} \times y \times y + a_{27} \times w \times w + a_{28} \times v \times v \\ & + a_{29} \times v \times x + \dots \quad \dots (a2) \end{aligned}$$

・トルク変動量

$$\begin{aligned} \text{TF} = & a_{30} + a_{31} \times x + a_{32} \times y + a_{33} \times z + a_{34} \times w \\ & + a_{35} \times v + a_{36} \times y \times y + a_{37} \times z \times z + a_{38} \times v \times y \end{aligned}$$

$$+ a_{39} \times v \times x + \dots$$

上記(a1)～(a3)にて表される2次の各モデル式は、各制御パラメータのそれぞれについて2次までの項と、同制御パラメータの任意の2つの交互作用を示す項とから、一般的な知見により影響の少ないと考えられる項を除くことで得られる多項式である。

【0058】そして、上記各運転状態毎に、これら(a1)～(a3)のモデル式を求めるために、同各運転状態毎に制御パラメータの値をいくつか設定してエンジン10の上記対象とする特性値の計測を行う。この計測の

関しては、上記モデル式の定数(a10、a20、a30)、及び上記モデル式の係数(a11、a12、…a21、a22、…a31、a32、…)を算出する際に、最小の計測点で最高の精度を得るために、各計測点を実験計画法によって設定する。

【0059】具体的には、各運転状態毎に、各制御パラメータを、センターポイント及びその上下の値の3点に設定する。そして、センターポイントを「0」、その上下の値を「+1」及び「-1」として、図2に例示するような直交表を用いて29点の計測を行う。この直交表は、上記(a1)～(a3)に示す態様にて交互作用項を含む各モデル式に対して計測点の数を削減しつつ、同計測から得られる情報を最適化するための設定がなされたものである。なお、図2においては、センターポイントを計測の最初(第1点)、中間(第12点)、最後(第29点)の3回計測することになっているが、これはセンターポイント計測時の試験バラツキの影響を除くための配慮である。

【0060】また、上記直交表における「+1」及び「-1」に対応して、各制御パラメータ毎に振り幅を予め設定しておく。したがって、例えば点火時期 $\gamma$ のセンターポイントを上記ピストン12の上死点から「30度」の進角された点とし、振り幅を「4度」とすると、計測に用いられる制御パラメータの値は、上記直交表の「0」、「+1」、「-1」に対応して、それぞれ「30度」、「34度」、「26度」となる。

【0061】ところで、上記(a1)～(a3)式の算出に際し、その信頼度を高めるためには、計測点を適合点近傍に設定することが、換言すれば、センターポイントを予め適合値に近い値に設定することが望ましい。このことは、図3に模式的に示す曲線によって説明される。

【0062】すなわち、真の特性が図3に実線で示される曲線のように非線形性の強い複雑な特性を有する場合、低次のモデル式でこの実線で示される曲線を精度よく近似することのできる領域は自ずと限られてくる。

【0063】ここで、実線で示される曲線の極値Tを最適値とし、且つ3点の計測値を用いて代数的に得られる2次のモデル式から極値を算出する場合を例に取って、低次のモデル式の適用限界について更に説明する。

$$\dots (a3)$$

【0064】同図3に示されるように、三角形のプロットで表される適合値近傍領域の3点を計測すると破線で示される曲線が得られる。そして、この破線で示される曲線の極値は、実線で示される曲線の極値Tにほぼ一致する。これに対し、白丸のプロットで表される上記適合値近傍領域よりも広域の3点を計測すると、同図3に一点鎖線で示される2次のモデル式が得られる。そして、この一点鎖線の曲線から算出される極値T'は、上記最適値(極値T)から大きくずれたものになってしまう。

【0065】このように、低次のモデル式を用いて精度のよい適合値を得るためには、予め適合値近傍の領域で計測を行うことが望ましい。そして、予め計測点を適合値近傍に絞り込むことのできない場合には、計測点を増大させて計測を行い、この計測結果に基づいて上記絞り込みを行うなどする必要が生じる。

【0066】そこで、本実施形態では、適合値の算出を所望する120点からなる各運転条件からいくつかの代表点を取り出し、この代表点の計測結果に基づいて制御パラメータと適合値との関係を定めた予測式を求めることで、それら120点の適合値を推定するようにしている。そして制御パラメータを、この推定値とその近傍の値とに設定して、同120点の各点において計測を行う。本実施形態では、こうして得られる計測値を用いて上記各点における上記(a1)～(a3)のモデル式を求めることで、その信頼度を高めることができるようにしている。なお、この代表点に関しては、類似のエンジンの適合値に基づいて予測するか、多数の計測点を用いて予め絞り込みを行うなどしてセンターポイントを設定するようにすればよい。

【0067】更に、本実施形態では、制御パラメータと適合値との関係を定めた予測式を、図4に示す3つの運転領域毎に各別に設定するようにする。これは、成層燃焼を行う領域が実際には同図4に示される各領域でそれぞれ異なる性質を持ち、もしもこれら3つの領域をまとめて上記予測式を作成すると、適合値の推定を精度よく行うことができなくなる懸念があるためである。

【0068】例えば、成層燃焼領域のうちの最も低負荷低回転速度の領域(アイドル近傍領域)では、失火が生じやすい。このため同領域では、失火の発生しにくい部分でNOx等の要求値を厳しく設定すると、それらを満たす解がなくなることがある。したがって、同領域では、同要求条件を緩和して失火の生じにくい部分を確保するなどの工夫が必要となることがある。また、アイドル近傍領域と回転速度がほぼ等しく、負荷が大きな領域であるレーシング発進領域では、トルク変動が問題となりやすく、トルク変動が極小になる制御パラメータを適合値とすることが望ましい。これに対して、成層燃焼領域のうち、上記アイドル近傍領域及びレーシング発進領域以外の領域である常用領域では、燃費やNOx、トル

ク変動の要求値を満たす解の集合が十分に存在することが多い。したがって、この領域では、アイドル近傍領域で緩和したNO<sub>x</sub>の条件等を補うような要求条件に設定することができる。

【0069】こうした実情から本実施形態では、上記常用領域及びアイドル近傍領域及びレーシング発進領域の各運転領域毎に異なる要求条件を設定する。なお、これら各異なる要求条件を満たす上記各領域毎の予測式を、本実施形態では以下の式で定義する。

【0070】＜アイドル近傍領域＞

$$x = b_{11} \times ne + b_{12} \times kl + b_{13} \times ne \times kl + b_{14}$$

$$z = b_{21} \times ne + b_{22} \times kl + b_{23} \times ne \times kl + b_{24} \times kl \times kl + b_{25}$$

$$v = b_{31} \times ne + b_{32} \times kl + b_{33} \times ne \times kl + b_{34} \times kl \times kl + b_{35}$$

$$w = b_{41} \times ne + b_{42} \times kl + b_{43} \times ne \times kl + b_{44} \times kl \times kl + b_{45}$$

$$y = b_{51} \times ne + b_{52} \times kl + b_{53} \times ne \times kl + b_{54} \times kl \times kl + b_{55}$$

＜レーシング発進領域＞

$$x = c_{11} \times ne + c_{12} \times kl + c_{13} \times ne \times kl + c_{14}$$

$$z = c_{21} \times ne + c_{22} \times kl + c_{23} \times ne \times kl + c_{24} \times ne \times ne + c_{25} \times kl \times kl + c_{26}$$

$$v = c_{31} \times ne + c_{32} \times kl + c_{33} \times ne \times kl + c_{34} \times kl \times kl + c_{35}$$

$$w = c_{41} \times ne + c_{42} \times kl + c_{43} \times ne \times kl + c_{44} \times kl \times kl + c_{45}$$

$$y = c_{51} \times ne + c_{52} \times kl + c_{53} \times ne \times kl + c_{54} \times kl \times kl + c_{55}$$

＜常用領域＞

$$x = d_{11} \times ne + d_{12} \times kl + d_{13} \times ne \times kl + d_{14} \times ne \times ne + d_{15} \times kl \times kl + d_{16}$$

$$z = d_{21} \times ne + d_{22} \times kl + d_{23} \times ne \times kl + d_{24} \times ne \times ne + d_{25} \times kl \times kl + b_{25}$$

$$v = d_{31} \times ne + d_{32} \times kl + d_{33} \times ne \times kl + d_{34} \times ne \times ne + d_{35} \times kl \times kl + b_{35}$$

$$w = d_{41} \times ne + d_{42} \times kl + d_{43} \times ne \times kl + d_{44} \times ne \times ne + d_{45} \times kl \times kl + b_{45}$$

$$y = d_{51} \times ne + d_{52} \times kl + d_{53} \times ne \times kl + d_{54} \times ne \times ne + d_{55} \times kl \times kl + b_{55}$$

そして、上記代表点を、図4に例示する13点に設定する。これにより、上記3つの領域における各予測式の算出に際して、それら領域に含まれる各5点の適合値を用いることができる。ちなみに、この5点の適合値を用いた上記各予測式の算出は、例えば、以下のように行う。

【0071】まず、5つの代表点(ne、kl)の標準偏差std(ne)、std(kl)及び平均ave

(ne)、ave(kl)を算出し、それら代表点での回転速度NE及び負荷KLを下式にて定義する。

$$NE = \{ne - ave(ne)\} / std(ne)$$

$$KL = \{kl - ave(kl)\} / std(kl)$$

そして、適合値の平均をave(x)、ave(y)…とすることで、例えば、常用領域の電子スロットル開度xは、

$$x = d_{11} \times NE + d_{12} \times KL + d_{13} \times NE \times KL + d_{14} \times NE \times NE + d_{15} \times KL \times KL + ave(x)$$

$$= d_{11} \times NE + d_{12} \times KL + d_{13} \times NE \times KL + d_{14} \times NE \times NE + d_{15} \times KL \times KL + d_{16}$$

などとして近似することができる。

【0072】なお、複数の領域の境界近傍の計測点については、それら各領域の予測式に基づいて得られる推定値を直接用いる代わりに、領域間の境界の両側で推定値が大きく異なることがないように処理を施した値を用いる。具体的には、例えばファジィ推論によるモデル化を行い、予め各領域の境界近傍を滑らかにつなぐことのできるメンバーシップ関数を定義しておく。そして、上記各予測式に基づいて得られた推定値に対応するメンバーシップ関数の値を乗算する。これにより、各予測式から得られる推定値の間の値を、上記センターポイントとして設定することができるようになる。

【0073】図5に、このメンバーシップ関数の一例を示す。同図5に示すメンバーシップ関数は、アイドル近傍領域及び常用領域内で定義されたメンバーシップ関数のうち、負荷を一定としたときのものである。

【0074】同図5に示すように、アイドル近傍領域のメンバーシップ関数f1は、エンジン回転速度が、常用領域との境界から十分離れてアイドル領域内に入っているときには、値「1」をとる。したがって、このときには、上記アイドル近傍領域における予測式から得られる値が、そのまま推定値として用いられる。

【0075】一方、アイドル近傍領域及び常用領域間の境界近傍であるエンジン回転速度が例えば「α」である領域においては、それら各領域に対応するメンバーシップ関数f1、f2の値は、「0」より大きく「1」より小さい値である「β」及び「γ」をとる。したがってこの場合、エンジン回転速度が「α」であるときにアイドル領域の予測式から得られる値に「β」を乗算したものと、エンジン回転速度が「α」であるときに常用領域の予測式から得られる値に「γ」を乗算したものととの和が、推定値として用いられることとなる。

【0076】次に、本実施形態にかかるエンジン制御パラメータの適合手順について説明する。図6に、エンジン制御パラメータの適合値を決定する手順を示す。

【0077】この図6に示されるステップ1000においては、上述したように、120点からなる各マップ点でのエンジンの各種特性値が計測される。この各マップ

10

20

30

40

50

点の計測手順は、図7のフローチャートに示される。

【0078】すなわち、この計測に際してはまず、ステップ100において、上記13点からなる各代表点におけるエンジンの各種特性値が計測される。これは以下のような手順で行われる。

(イ) 先の図1に示した条件設定ツール53において、各代表点毎に条件ファイルが設定される。

(ロ) 操作部60を介して外部から、各代表点における制御パラメータのセンターポイントとなる値が入力される。

(ハ) 条件設定ツール53において、上記各代表点毎に、上記入力された値をセンターポイントとし、実験計画法の直交表に基づいて計測に用いる制御パラメータの値が設定される。この設定された制御パラメータの値は、上記条件ファイルに記入される。

(ニ) 13点からなる全ての代表点について条件ファイルが設定されると、この条件ファイルは、自動計測装置33に転送される。

(ホ) 自動計測装置33では、ECU30内にセットされる前記マニュアルフラグをリセットする。この状態で、ダイナモメータ31及びECU30に所定の指令が送られることで、特定の条件ファイルに設定された回転速度に一致するようにエンジン10の回転速度が制御される。次に、エンジン10の負荷が同条件ファイルに設定されたものとなるように制御される。

(ヘ) そして、パネルチェッカー34を介してECU30から供給される計測データに基づき、エンジン10の運転状態が条件ファイルでの設定に一致した旨判断されると、自動計測装置33では、パネルチェッカー34を介してECU30に前記マニュアルフラグをセットするとともに、エンジン10の各制御パラメータを条件ファイルに設定された29通りのうちの1つに固定する。

(ト) この状態でエンジン10の各種特性値が計測される。そして、所定期間に渡る計測が終了されると、制御パラメータが上記条件ファイルに設定された他の値に固定制御され、再度計測が行われる。

(チ) こうして1つの条件ファイルに設定された上記29ポイントの計測が終了すると、この計測データはサーバ40に自動登録される。そして、次の条件ファイルが選択されるとともに、ECU30内のマニュアルフラグがリセットされ、新たに選択された条件ファイルに設定されている運転状態へとエンジン10の運転状態が制御される。

【0079】こうした一連の手順によって13点からなる代表点の計測が終了すると、図7のステップ200に移行する。このステップ200では、先の図1に示した解析ツール50によって各代表点毎に上記(a1)～(a3)のモデル式が算出される。すなわち、まず、解析ツール50では、計測データをサーバ40から、また、対応する条件ファイルを自動計測装置33からそれぞれ

取り込む。そして、条件ファイルに記入されている計測時の制御パラメータの種類等、各種計測条件と、計測データとに基づいて上記モデル式が算出される。

【0080】そして、各代表点毎にモデル式が算出されると、ステップ300に移行する。このステップ300では、解析ツール50によって、各代表点毎のモデル式から同代表点毎に要求条件を満たす最適値が算出される。この要求条件は、予め操作部60を介して外部から解析ツール50に入力されている。

10 【0081】この要求条件は、例えば上記常用領域(図4)に属する代表点に関しては、図8に例示するように、NOxの排出量及びトルク変動量に対して上限を設定し、この範囲内で消費燃料量が最小になる条件に設定することが望ましい。ちなみに、上記算出された各モデル式からNOxの排出量が上限値以下となり、且つトルク変動量が最小時及び許容しうる上限値間となる領域が、同図8中の斜線で囲まれた適合領域となる。そのためここでは、この適合領域において消費燃料量BSFCが最小となる値が最適値として算出される。なお、レーシング発進領域(図4)においては、上述した理由から、例えばトルク変動最小時の消費燃料量BSFCのグラフ上から最適値が算出されることが望ましい。

20 【0082】こうして各代表点における最適値が算出されると、各代表点毎に、計測値と最適値、更に最適値の算出に用いたモデル式とがグラフ化され、先の図1に示した表示器51によって表示される。これによりロバスト性のチェックを行うことができる。すなわち、上記解析ツール50によって数値解析により算出された最適値は、ロバスト性に乏しい値である可能性がある。したがって、算出された最適値と計測値と上記モデル式とをグラフ化して表示することで、ロバスト性のチェックを行う。

【0083】こうして各代表点毎に算出された最適値がロバスト性を満たすと判断されると、ステップ400

(図7)において、解析ツール50では、これら最適値に基づいて、アイドル近傍領域、レーシング発進領域、常用領域の各領域毎に上記予測式を算出する。

【0084】上記予測式が算出されると、ステップ500において、解析ツール50において、120点からなる全マップ点の適合値が推定される。この推定に際して、上記3つの領域の境界近傍については、上記各予測式から算出される値が直接用いられることなく、上述したように、同算出された値をメンバーシップ関数等に基づき徐変処理した値が用られる。

【0085】上記態様にて120点からなる各マップ点で適合値が推定されると、ステップ600において、これらをセンターポイントとする上記ステップ100と同様の計測が行われる。すなわち、条件設定ツール53において、各マップ点毎に条件ファイルが設定された後、各条件ファイルに各推定適合値がセンターポイントとし

て書き込まれる。そして、この条件ファイルに基づき自動計測装置 33 では、上記センターポイントとその上下値とが制御パラメータの値として設定された各 29 ポイントの計測を行う。この計測結果は、それぞれサーバ 40 に自動登録される。

【0086】このように、図 7 に示す一連の手順にて全 120 点からなるマップ点の計測が終了されると、先の図 6 に示すステップ 2000 の処理に移行する。このステップ 2000 では、先の図 7 に示したステップ 200 と同様に、各マップ点毎に上記 (a1) ~ (a3) に示すモデル式が算出される。

【0087】そして、ステップ 3000 において、先の図 7 に示したステップ 300 同様、これら各マップ点毎に算出されたモデル式から、各点での適合値が算出される。次に、ここでも各マップ点毎に、計測値、算出された適合値、同算出に用いたモデル式がグラフ化され、先の図 1 に示した表示器 51 によって表示されることでロボパスト性のチェックが行われる。なお、これら各モデル式は、先の図 1 に示したデータベース 52 に記憶保持される。

【0088】ステップ 4000 では、これら 120 点の適合値が設定された制御マップを用いて、車両に搭載されたエンジンを制御することで、これら適合値の妥当性が評価される。この実車評価は、大きくは、以下の 2 つ理由により行われる。

【0089】まず第 1 に、先の図 1 に示したエンジン 10 をダイナモメータ 31 と接続したテストベンチ上にて行われる適合が、実車走行環境において同様の特性を示さないことがあるという理由である。すなわち、例えば実車両はその構造に特有の共振点を有するために、特定の領域でのエンジンのトルク変動がこの車両に固有の共振点と一定してしまうことがある。この場合、テストベンチにてトルク変動が所定値以下に収まったとしても実際にエンジンを車両に搭載して走行試験を行う場合、このトルク変動が所定値を上回るおそれがある。こうした場合には、実車評価によってエンジンの制御パラメータの適合値を修正する。

【0090】また、第 2 の理由として、上記各適合値は、エンジン 10 の所定の定常的な運転状態において最適な制御値として算出されたものであり、実際の走行中に行われるエンジンの制御を反映したものではないという点が挙げられる。このため、例えば所定の走行条件における燃料消費量を最小化するなどの要求によって、テストベンチ上で求められた適合値を微調整することが望ましい場合がある。

【0091】すなわち、例えば排気通路に NOx 吸蔵還元型の触媒を用いたエンジンにおいては、排気中の NOx を同触媒内に吸蔵するとともに、その吸蔵量が所定量に達すると排気通路に未燃ガスを排出することで、NOx を還元する制御を行う。こうした制御における未燃ガ

スを排出するタイミングは、通常、上記算出された制御マップに基づいて、NOx の吸蔵量を推定算出することで行われる。すなわち、上記テストベンチでの適合によって、制御マップの適合値に対応したエンジン特性値のデータが存在するために、これに基づいて、NOx 吸蔵量を推定することができる。

【0092】ただし、実走行試験に用いた所定の走行条件下、上記未燃ガスを排出するタイミングを変更することによって燃料消費量を更に削減することができる場合などには、テストベンチ上で算出された上記適合値を微妙に修正することで、同走行条件における燃料消費量を削減することが望ましい。

【0093】こうした理由から行われる実車評価は、具体的にはまず、車載エンジンに接続された ECU に、上記テストベンチでの計測から求められた適合値が設定された制御マップを導入する。更に、エンジンの制御態様とそのときのエンジンの各種特性値との関係を把握するために、同 ECU には、先の図 1 に示したパネルチェッカー 34 が接続される。こうして車両の実走行試験を行いつつ、その間のエンジンの制御パラメータの値やエンジンの各種センサからの値がパネルチェッカー 34 にて実時間で取り込まれる。更に、例えばエンジンの排気通路のうち、上記 NOx 吸蔵還元型の触媒の下流側に NOx を検出するセンサを設ける等、実車評価のために専用のセンサが搭載されるなどして、パネルチェッカー 34 にはこの専用のセンサからの計測データも実時間で取り込まれる。

【0094】そして、実走行試験後、これら ECU や専用のセンサからパネルチェッカー 34 に取り込まれる計測データが取り出される。この計測データには、エンジンの運転状態と、そのときの各種制御パラメータの値及び各種エンジン特性値とが含まれるため、これに基づいて上記制御マップ内の適合値が適切なものか否かが評価される。

【0095】このように、実車評価を行うことで、テストベンチによる計測から求められた適合値を微調整することが望ましいと判断されると（図 6 のステップ 5000）、ステップ 6000 において各マップ点の要求条件が見直される。これにより、テストベンチ上のエンジンの各種出力と実車走行時とで差異が生じた場合や、実走行時の様々な制御から適合値の修正が望まれる場合に、各マップ点におけるエンジンの各種特性値に対する要求条件が設定し直される。

【0096】ここで、この適合値の見直しについて、上記 NOx を検出するセンサの検出結果に基づいて NOx 排出量が所定値を超えたときに行われる見直しを例として更に説明する。なお、ここで NOx 排出量が、所定値を超える可能性があるのは、上述した 2 つの理由のいずれかに起因する。すなわち、テストベンチ上で要求条件を満たしたとしても実走行試験時に満たさなくなること

10

20

30

40

50

があるという第1の理由に起因する場合もある。また、各適合点以外の点における制御パラメータの値に問題がある等、非定常な運転制御に起因するという第2の理由に起因する場合もある。

【0097】上記実走行試験に伴う計測データには、エンジン回転速度と負荷とで定まるエンジンの各運転状態と、そのときの各制御パラメータの値やNO<sub>x</sub>量の値との関係が含まれている。そこで、同NO<sub>x</sub>量に対して閾値を設定することで、同閾値を超えたときのエンジン回転速度及び負荷、更には制御パラメータの値が適宜の演算ツールによって算出される。

【0098】こうして算出されたエンジン回転速度及び負荷、更には制御パラメータの値は、上記120点からなるマップ点のいずれかとはい限らない。これは、実際のエンジン制御においては、エンジンの運転状態が各マップ点の間の値に対応するときには、適合値の値を補間する制御がなされているためである。そこで、これら算出されたエンジン回転速度及び負荷、更には制御パラメータの値に基づいて、NO<sub>x</sub>量が閾値を超えるエンジン制御にかかわった適合値を算出するとともに、それら各適合値の寄与率を考慮する。そして、これら寄与率の考慮に基づいて、当該適合値に対する要求条件の再設定を行う。

【0099】そして、この要求条件の再設定が行われるとステップ3000に戻り、この要求条件に基づいて再度適合値が算出される。これについては、先の図1に示した操作部60から解析ツール50に新たに設定された要求条件が入力されるとともに、データベース52から上記各マップ点のうち、要求条件に変更があった点に対応したモデル式が入力される。そして、入力されたモデル式を用いて、解析ツール50では、新たな適合値が算出される。

【0100】こうして新たな適合値が算出されると、再度実車評価が行われる（ステップ4000及びステップ5000）。こうしたステップ3000～6000の処理は、算出される適合値が実車評価を満足するまで繰り返し行われる。そして、実車評価を満足すると判断されると、そのときの適合値が最終的な適合値として決定され（ステップ7000）、本実施形態にかかるエンジン制御パラメータの適合にかかる一連の処理が終了される。

【0101】以上説明した本実施形態によれば、以下の効果が得られるようになる。

(1) テストベンチ上での計測値に基づいて各マップ点毎に算出されたモデル式から適合値を算出するとともに、このモデル式をデータベース52に記憶保持しておくようにしたことで、算出された適合値を修正する必要が生じたときに、再計測を行わず、要求条件を設定し直すだけで再度適合値を算出することができる。

【0102】(2) 実車走行時において、エンジン回転

速度及び負荷と、各種制御パラメータの値及びエンジンの各種特性値との関係を実時間で計測する構成とした。これにより適合値の評価及び要求条件の見直しが容易となる。

【0103】(3) 全マップ点におけるエンジン10の各種特性値の計測を行う前に、代表点13点について同特性値の計測を行い、その計測結果に基づいて全マップ点での適合値を推定するようにした。そして、この推定された適合値及びその近傍に制御パラメータの値を設定してエンジン10の各種特性値を計測するようにした。このため、制御パラメータとエンジン特性値との間の関係を低次のモデル式にて精度よく近似することができるようになる。

【0104】(4) 成層燃焼領域を、それぞれ特性の異なるアイドル近傍領域、レーシング発進領域、常用領域の3つの領域に分割し、これら各領域毎にエンジン特性に対して各異なる要求条件を設定した。これにより、適合値の算出を所望するエンジンの運転領域内においてエンジンの特性が著しく異なる場合であれ、適合値を的確に求めることができるようになる。また、これら各運転領域毎に、エンジンの特性のに運転状態と各制御パラメータの適合値との間の関係を定める予測式を設定した。これにより、上記予測式を低次の多項式で表現した場合であれ、簡易に精度のよい式を得ることができる。

【0105】(5) メンバシップ関数を定義して、アイドル近傍領域、レーシング発進領域、常用領域の3つの領域の境界近傍における適合値を滑らかにつなぐようにした。したがって、これら境界近傍において推定される適合値についても、このメンバシップ関数を用いることで、領域間の移行に伴う同適合値の急激な変化を回避することができる。

【0106】(6) 13点からなる代表点及び120点からなる全マップ点における適合値が算出されると、計測値、適合値及び適合値の算出に用いたモデル式を各点毎に表示器51によって表示することとした。これにより、解析ツール50によりロバスト性に乏しく適合値としてふさわしくない点が算出された場合であれ、ロバスト性のチェックを行うことでこれを排除することができる。

【0107】(第2の実施形態) 以下、本発明にかかるエンジン制御パラメータの適合方法の第2の実施形態について、上記第1の実施形態との相違点を中心に説明する。

【0108】上記第1の実施形態においては、予め制御パラメータの値を適合値近傍領域に絞り込んで計測を行う代表点の数を極力少なくすることで、適合工数を削減するようにした。ただし、代表点の数を削減すると、上記各領域毎に算出される予測式の精度が、代表点の各点に大きく依存するようになる。

【0109】これに対し本実施形態では、代表点の計測

に基づいて上記各領域毎に3つの予測式が算出されると、120点からなる全マップ点の中からランダムに選択された1点における適合値を、その該当する領域の予測式を用いて推定するようにする。次に、制御パラメータの値を、この推定された適合値及びその近傍に設定してエンジンの各種特性値の計測を行う。そして、この計測結果に基づいて対応する領域において定義された予測式を再度算出する。そして、それまで計測に用いられなかった任意の1点がランダムに選択され、再度算出された予測式に基づいて適合値を推定する。このように、新たに1点の計測がなされる度に、その計測結果に基づいて予測式を更新する。

【0110】上記態様にて新たな計測が行われる度に、計測点に対応した領域において定義される予測式を更新し、この更新された予測式を用いてこれから計測を行う点での適合値を推定することで、はじめに選択した代表点への依存性を的確に緩和することができる。なお、この予測式の算出に関しては、最小2乗法等、統計的に外れた値の影響を抑制することのできる任意の手法を用いることができる。

【0111】更に、本実施形態では、各領域毎に算出される予測式から推定される適合値がそれら領域間の境界近傍において急激に変化することのないように設けられるメンバーシップ関数を、各領域間の境界近傍のマップ点における計測がなされる度に、その計測結果を用いて更新する。これにより、エンジンの種類にかかわらず、適合値の推定を更に精度よく行うことができる。なお、予め定義されたメンバーシップ関数の値が「1」以下となる領域を、各領域間の境界近傍の領域として定義する。

【0112】また通常、上述したアイドル近傍領域、レーシング発進領域、常用領域の各領域の境界は、エンジンの種類毎に異なる。そしてこの各領域の境界は、計測前には最適な値に設定することができないことがある。この場合には、前記メンバーシップ関数も漠然とした値としてしか定義することができない。

【0113】これに対し、本実施形態では、これら領域の境界近傍に位置する新たなマップ点が計測される度に、この新たに追加された計測データと、それまでに計測されたデータのうちの境界近傍のデータとを用いてメンバーシップ関数が更新される。このように、エンジンの種類によってその適切な値が異なる場合であれ、メンバーシップ関数を予め予測して設定するとともに、同関数を用いて新たに得られる計測データによって、その都度更新されるメンバーシップ関数を用いることで、更に適合値を精度よく推定することができるようになる。

【0114】なお、境界近傍において新たに計測がなされた場合には、メンバーシップ関数を更新する都合上、本実施形態においては、この場合の予測式の更新は行わないこととする。

【0115】ここで、本実施形態における全マップ点の計測手順について、図9を参照しつつ説明する。図9は、本実施形態における全マップ点計測手順の一部を示すフローチャートである。

【0116】すなわち、先に示した図7のステップ400において、13点からなる各代表点の最適値に基づいて、上記領域別の予測式が算出されると、例えば先の図1に示した条件設定ツール53において、計測されていない任意の1点がランダムに選択される（ステップ700）。なお、この選択された点に対しては、上記条件ファイルが用意される。

【0117】これに対して、上記解析ツール50では、上記選択された点が属する領域の予測式及びメンバーシップ関数を用いて、同選択された点における推定適合値を算出する（ステップ710）。

【0118】そして、こうして推定適合値が算出されると、上記条件設定ツール53では、対応する条件ファイルに、この推定適合値をセンターポイントとして書き込む。更に、同条件ファイルには、先の図2に示した直交表に基づいて、計測に用いる制御パラメータの値も書き込まれる。こうして制御パラメータの値が書き込まれた条件ファイルは、上記自動計測装置33に転送される。自動計測装置33では、条件ファイルに従った計測を実行し、その計測データは上述したように上記サーバ40に自動登録される（ステップ720）。

【0119】こうして、新たに計測データが得られると、上記解析ツール50では、計測データをサーバ40から、また、対応する条件ファイルを自動計測装置33から読み出し、これらに基づいて上記(a1)～(a3)のいずれか1つのモデル式を求める（ステップ730）。

【0120】また、モデル式を求めた解析ツール50では、予め操作部60を介して外部から入力されている要求条件とこのモデル式とから適合値を算出する（ステップ740）。

【0121】そして、この新たに得られた適合値が、上記3つの領域の境界近傍のマップ点のものであると判断されると（ステップ760）、上記解析ツール50では、それまでに算出された適合値に基づいてメンバーシップ関数を更新する（ステップ770）。一方、新たに得られた適合値が、上記3つの領域の境界近傍のマップ点のものではないと判断されると（ステップ760）、解析ツール50では、上記予測式を更新する（ステップ780）。

【0122】この一連の処理は、全マップ点の計測が終了するまで行われる（ステップ750）。そして本実施形態の場合、この一連の処理によって全マップ点の計測が終了された時点で、それら各マップ点に対応するモデル式の算出と同モデル式による制御パラメータの適合値の算出とが共に完了される。このため、その後は、先の

図6のステップ4000以降の処理を通じて、第1の実施形態と同様の評価、あるいはその評価に基づく要求条件の見直し等が繰り返される。

【0123】以上説明した本実施形態によれば、先の第1の実施形態の上記(1)～(6)の効果あるいはそれに準じた効果に加えて、更に以下の効果が得られるようになる。

【0124】(7)境界近傍以外の領域に属するマップ点を新たに一点計測する度に、この計測結果に基づいて上記予測式を更新するようにしたことで、予測式に基づく適合値の推定をいっそう精度よく行うことができるようになる。

【0125】(8)3分割された領域の境界近傍のマップ点を新たに計測する度に、この計測結果に基づいて上記メンバーシップ関数を更新するようにしたことで、メンバーシップ関数に基づく適合値の推定をいっそう精度よく行うことができるようになる。また、計測によって最終的に得られるメンバーシップ関数から、対象となるエンジンの特性について把握することもできる。このため、類似したエンジンを新たに開発した場合には、その適合時において、適切なメンバーシップ関数を初期条件として設定することができる。

【0126】なお、上記第2の実施形態は以下のように変更して実施することもできる。

・上記ステップ730において、計測点が少なくモデル式を算出することができないと判断される場合には、ステップ700の処理に戻るようにすることもでき、むしろその方が望ましい。ただし、先の図7に示したステップ400までの処理による計測結果を用いるなどすることで、こうした処理を回避することもできる。

【0127】・マップ点が計測される度に予測式を更新することで適合値が的確に推定できる場合、領域間の境界近傍のマップ点が計測される度にメンバーシップ関数を更新する処理については、これを割愛することもできる。

【0128】・また、予測式自体の信頼度を確保することができる場合には、領域間の境界近傍のマップ点が計測される都度、メンバーシップ関数を更新する処理のみを行うようにしてもよい。

【0129】・上記実施形態では、予測式を用いて適合値の推定を行う点を、120点の中からランダムに選択する構成としたが、予め何らかの意図的な順序づけをして、それに基づいて適合値の推定を行うようにしてもよい。

【0130】・上記実施形態では、予測式を用いて適合値の推定及びそれに基づく計測を1点毎に行うこととしたが、複数点毎に行うなどしてもよい。その他、上記各実施形態に共通して変更可能な要素としては、以下のものがある。

【0131】・先の図6に示したステップ3000の処

理として上記データベース52にモデル式を記憶する代わりに、ステップ1000で得られる計測結果を適宜のメモリに記憶保持し、ステップ6000において要求条件の見直しを行う場合には、この記憶保持した計測結果を用いて適合値を再度算出するようにしてもよい。

【0132】・ステップ4000の実車走行に伴う計測データから閾値を超えたマップ点を算出する適宜の演算ツール等、ステップ6000の要求条件の見直しを支援する手段を設けるものにも限らず、同計測データから自動的に要求条件を変更する演算ツールを設けるようにしてもよい。これは例えば、同計測データが予め設定された閾値を超えた場合に、その計測データと関連するマップ点に課せられた要求条件を再設定するようにすればよい。

【0133】・また、実走行試験に代えて、テストベンチ上で、先の図6のステップ3000で算出された制御マップを用いたエンジン制御を行う走行試験を行うなどしてもよい。

【0134】・更に、計算機にて複雑な運転制御のシミュレーションを行うことができる場合には、先の図6に示したステップ4000の処理の代わりに、計算機上でのシミュレーションを行ってもよい。これによっても、例えば、上記NOx吸蔵還元触媒に吸蔵されるNOx量を算出するなどして、所定の走行条件下、未燃ガスの排出タイミングを把握することができ、上記各実施形態に準じた態様にて同走行条件下における消費燃料量をより少なくするための適合値の見直し等を行うことができる。

【0135】・成層燃焼領域の3分割された各領域の境界において、特定の領域に属する予測式を用いるなどすることで適切な推定値を得ることができる場合には、必ずしも上記メンバーシップ関数を定義しなくてもよい。

【0136】・上記代表点の取り方やその数等は任意である。また、先の図7に示したステップ400における予測式の算出態様も上記実施形態で例示したものには限られない。

【0137】・先の図6に示したステップ300(ただし、ステップ6000における見直し前)、図7に示したステップ300においては、上記分割された領域毎に設定された要求条件に基づいて適合値を算出したが、各点毎に要求条件を可変としてもよい。

【0138】・上記各実施形態で例示したモデル式や予測式は、これに限られない。例えば、高次のモデル式を用いることで計測領域の絞り込み条件を緩和したりするなど、適宜変更して実施してもよい。

【0139】・実車走行試験等による要求条件の見直しに伴い適合値を再度算出する処理に関しては、必ずしも先の図7に示した一連の処理手順に従わずとも、任意の手法にて計測された120点の計測点及び同計測点に基づき算出されたモデル式の少なくとも一方を記憶保持し



ておくことで、再度適合値を算出する際の工数を削減することはできる。

【0140】・120点の計測を行う際には、エンジンの特性や用いる予測式の次数によって代表点の計測結果に基づいて十分に信頼できる1つの予測式が算出できるなら、必ずしも3分割された領域毎に各別に上記予測式を設定せずとも、同予測式に基づく推定適合値及びその近傍の値においてエンジンの各種特性値を計測することで120点の各点における計測数を削減しつつも精度を向上させることはできる。

【0141】・また、120点の全点を含む運転条件下においてエンジンの特性が近似するなどの理由からエンジン特性に対する要求条件を同一に設定した場合にも、上記予測式を1つのみ設定するようにすることができる場合がある。この場合にも、同予測式に基づく推定適合値及びその近傍の値においてエンジンの各種特性値を計測することで120点の各点における計測数を削減しつつも精度を向上させることができる。

【0142】・要求条件を与えたときに速やかに適合値を算出する際には、予測式による計測領域の絞り込み処理とは独立に、上記領域毎での要求条件の設定が有効である。すなわち、上述したように領域毎にエンジンの特性が異なる場合には、同一の要求条件を課すと同条件を満たす解が存在しないおそれがあり、適合に時間がかかる。これに対して、分割された領域毎に要求条件を設定することで、適合値の算出を迅速化することができる。

【0143】・各異なるエンジンの要求条件を設定するエンジンの運転領域の分割態様については、先の図4に示したものに限られず、エンジンの特性に応じてその分割する数等を適宜設定すればよい。

【0144】・更にこの場合、分割されたエンジンの運転領域毎に各別に設定された要求条件を満たす適合値を算出した後、先の図6に示したステップ4000からステップ6000の要求条件の見直し処理を行うか、上記各変形例において例示した同処理に準じた処理を行うかするなら、最終的に各マップ点毎に各異なる要求条件を満たす最適な適合値を得ることができる。

【0145】・120点からなる制御マップを用いる代わりに、運転状態と制御パラメータとの関係を定めたモデル式を用いてECUの制御が行われるものに対しても本発明のエンジン制御パラメータの適合方法及び適合システムは有効である。すなわちこの場合、例えば成層燃焼領域において上記アイドル領域及びレーシング発進領域、常用領域の3つの領域毎にモデル式を設定するなら、低次のモデル式において制御パラメータの適合値を精度よく表現することができる。

【0146】更には、同モデル式を算出する際に、代表点の計測等から予備的にモデル式を求めた後、(イ)モデル式を用いて任意の点において推定される適合値を算出する、(ロ)この算出された適合値及びその近傍に制

御パラメータを設定してエンジンの各種特性値の計測を行う、(ハ)同計測結果に基づいて上記(a1)～(a3)の式を作成し、これから上記点における適合値を算出する、(ニ)算出された適合値を用いてモデル式を更新する、という(イ)～(ニ)の工程を繰り返すことで同モデル式の精度を向上させることもできる。なお、予備的なモデル式は、代表点計測によって得る代わりに、例えば類似エンジンにおいて用いられたモデル式を用いるなどしてもよい。

10 【0147】・その他、エンジンの各種特性値の計測態様等も任意である。すなわち、先の図1に示したECU30からパネルチェッカーに各種データが取り込まれる構成である必要もなく、例えば、専用のセンサからの計測結果が直接自動計測装置33に供給されるようにするなど、適宜変更して実施することもできる。

【0148】・適合パラメータは、上記各実施形態において例示したものに限られない。他に例えば、エンジン10の燃焼室13に噴射される燃料の燃圧等のパラメータを適宜導入することができる。

20 【0149】・また、要求条件が課されるエンジンの各種特性値も、上記各実施形態で例示したNOx、トルク変動量、消費燃料量に限られない。

・上記各実施形態では、筒内噴射式ガソリンエンジンにおける成層燃焼領域の制御パラメータの適合に本発明の適合方法及び適合システムを適用したが、他のエンジン制御パラメータの適合にも同様に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

30 【図1】本発明にかかるエンジン制御パラメータの適合システムの実施形態についてその全体構成を示すブロック図。

【図2】同実施形態のシステムにおいて各種エンジン特性値の計測時に用いる制御パラメータの設定態様を示す図。

【図3】複雑な関数を低次のモデル式で近似する例を示す図。

【図4】筒内噴射式ガソリンエンジンにおける成層燃焼運転領域の分割態様及びそれら分割領域における運転条件代表点を例示する図。

40 【図5】上記領域間の境界近傍の適合値をファジィ推論するためのメンバーシップ関数の一例を示す図。

【図6】本発明にかかるエンジン制御パラメータの適合方法の実施形態についてその制御パラメータの適合手順を示すフローチャート。

【図7】本発明にかかるエンジン制御パラメータの適合方法の第1の実施形態の適合方法におけるエンジンの各種特性値の計測手順を示すフローチャート。

【図8】同実施形態の適合方法における適合値の算出態様の一例を示すグラフ。

50 【図9】本発明にかかるエンジン制御パラメータの適合

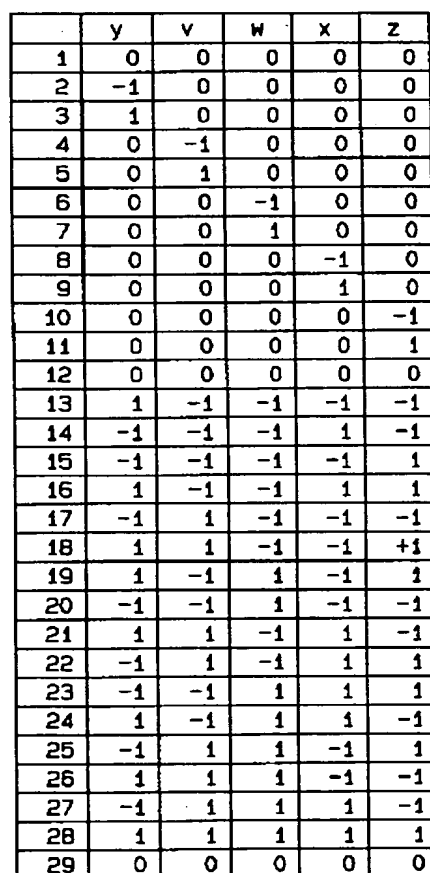
34

\* 2 1…電子制御スロットル、2 2…EGR通路、2 3…EGRバルブ、2 4…出力軸、2 5…回転速度センサ、2 6…水温センサ、3 0…電子制御装置、3 1…ダイナモメータ、3 2…ダイナモ操作盤、3 3…自動計測装置、3 4…パネルチェッカー、3 5…計測器、4 0…サーバ、5 0…解析ツール、5 1…表示器、5 2…データベース、5 3…条件設定ツール、6 0…操作部。

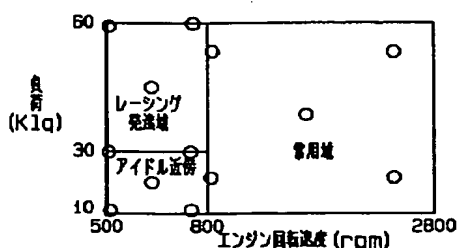
21…電子制御スロットル、22…EGR通路、23…EGRバルブ、24…出力軸、25…回転速度センサ、26…水温センサ、30…電子制御装置、31…ダイナモメータ、32…ダイナモ操作盤、33…自動計測装置、34…パネルチェッカー、35…計測器、40…サーバ、50…解析ツール、51…表示器、52…データベース、53…条件設定ツール、60…操作部。

10…エンジン、11…シリンダ、12…ピストン、13…燃焼室、14…インジェクタ、15…点火プラグ、16…吸気通路、17…排気通路、18…吸気バルブ、19…排気バルブ、20…可変バルブタイミング機構、\*

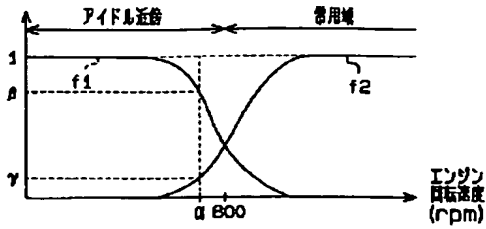
【图2】



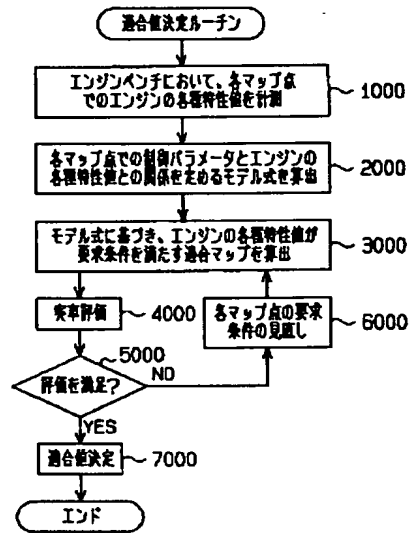
【図4】



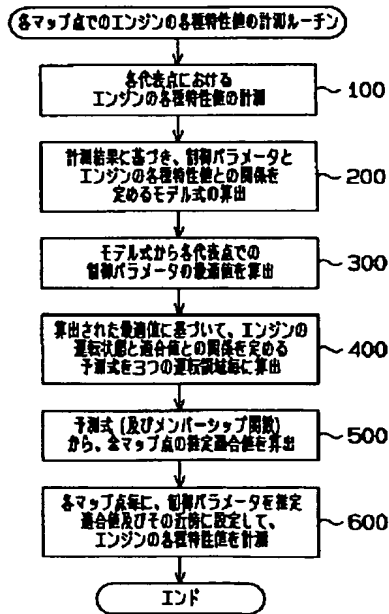
【図 5】



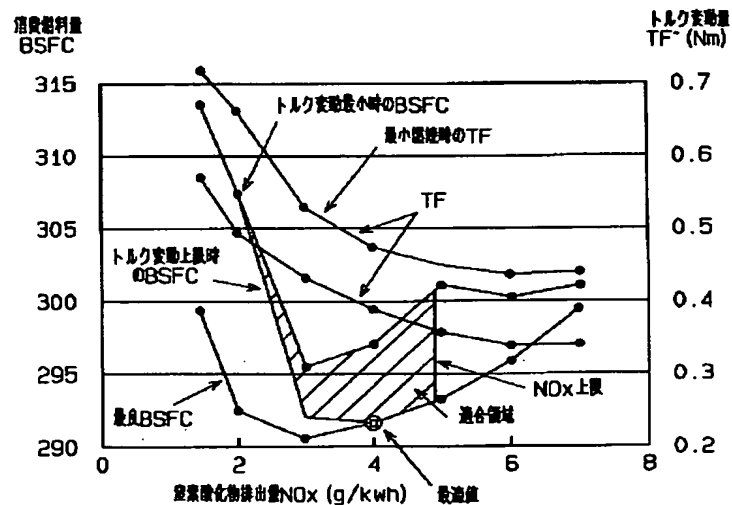
【図 6】



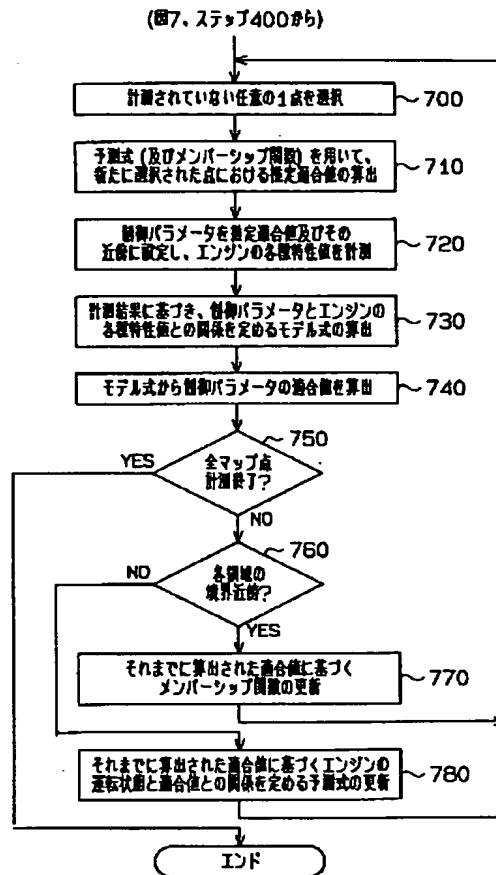
【図 7】



【図 8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G084 DA00 DA04 DA25 EA11 EB02  
 EB08 EB10 FA13 FA28 FA32  
 5H004 GB12 HA04 HB01 HB02 HB04  
 HB08 KC22 KC32 KC35 LA05  
 MA50